

# 异频法线路参数测试中工频感应电流的影响分析

尹 华

国网江苏省电力有限公司淮安供电分公司 江苏 淮安 223001

**摘 要:** 异频法线路参数测试是电力系统中常用的一种测试方法,用于测量线路的电阻、电抗等参数,以便于系统保护定值的计算。然而,在实际测试过程中,我们经常会遇到工频感应电流对测试结果的影响。本文将探讨工频感应电流对异频法线路参数测试的影响以及相应的解决方法,通过使用异频电源、隔离变压器、线路参数测试仪等构成线路参数测量系统,通过使用非工频测量,并将测量数据换算成工频参数。经过实验后,对异频法线路参数测试中工频感应电流的影响有了明确的认知,并针对性的提出解决措施。旨在能够进一步消除工频感应电流的影响,提高线路参数测量精度。

**关键词:** 异频法; 线路参数; 测试; 工频感应电流; 影响

## Influence analysis of power frequency induced current in different frequency line parameter test

Yin Hua

State Grid Jiangsu Electric Power Co., LTD. Huaian Power Supply Branch Huai'an, Jiangsu Province 223001

**Abstract:** Different-frequency line parameter test is a commonly used test method in power system, which is used to measure the line resistance, resistance and other parameters, so as to facilitate the calculation of fixed value of system protection. However, during the actual testing process, we often encounter the effect of the power frequency-induced current on the test results. This paper will discuss the influence of power frequency induction current on the line parameter test of different frequency method and the corresponding solution, through the use of different frequency power supply, isolation transformer, line parameter tester and so on to constitute the line parameter measurement system, through the use of non-power frequency measurement, and the measurement data is converted into power frequency parameters. After the experiment, the influence of power frequency induced current in the different frequency line parameter test is clearly recognized, and the solutions are put forward. The aim is to further eliminate the influence of power frequency induced current and improve the accuracy of line parameter measurement.

**Keywords:** Abnormal frequency method; Line parameters; Testing; Power frequency induced current; influence

引言: 随着社会经济的发展, 电力建设规模越来越大, 这导致电网供电线路也随之在不断变化, 具体可以体现为同塔架设双回、多回路的架空线路日益增多。而目前在供电线路参数测试中, 应用较为广泛的为异频法。但是在实际测试中, 常常会因感应电压太大, 无法测量或产生数据参数误差较大的情况。为此, 为能够确保线路测试数据的准确性, 探究异频法线路参数测试中工频感应电流的影响。

### 1 相关概念解析

#### 1.1 异频法线路参数测试的基本概念

异频法线路参数测试是一种用于测量电力系统中的传输线路参数的方法。传输线路参数是指电力系统中的线路电阻、线路电感、线路电容和线路电导等参数, 它们直接影响着线路的传输能力、电流分布和电压稳定性等<sup>[1]</sup>, 同时也影响着线路保护定值的计算, 对线路保护准确性具有关键作用。

因此, 准确测量线路参数对于电力系统的规划、设计和运行和故障诊断都具有重要意义。

异频法线路参数测试是一种常用的测试方法, 它通过在不同频率下测量线路的电压和电流, 从而得到线路的参数。具体而言, 测试时会有一定频率范围内改变信号频率, 然后测量线路上的电压和电流响应。根据响应结果, 可以利用数学模型计算出线路的参数。

这种测试方法的优势在于它可以提供更准确的线路参数测量结果。由于电力系统中的线路通常具有复杂的结构和分布参数, 传统的直流法参数测量方法往往无法满足精确测量的需求。而异频法能够通过改变测试频率, 绕过线路的分布参数影响, 从而得到更准确的测试结果。除了准确性, 异频法线路参数测试还具有高效性和灵活性。测试仪器通常可以快速扫描多个频率, 从而在较短的时间内完成测试。此外,

测试方法对于线路的变化也具有一定的适应性, 可以适应不同类型和长度的线路。

### 1.2 工频感应电流概念和原理

工频感应电流是指在工频电磁场作用下, 导体内产生的感应电流<sup>[2]</sup>。工频感应电流是一种重要的电磁现象, 广泛应用于电力系统、电机、变压器等领域。工频感应电流的产生原理是根据法拉第电磁感应定律。当导体处于变化的磁场中, 磁感应强度发生变化, 就会在导体中产生感应电动势, 进而产生感应电流。工频电磁场的特点是频率为50Hz, 即每秒钟变化50次。这种频率下的电磁场变化速度较慢, 所以导体产生的感应电流也相对较小<sup>[3]</sup>。另外, 工频感应电流的大小与导体的形状、材料、电磁场的强度和频率等因素有关。一般来说, 导体的截面积越大, 材料的电导率越高, 感应电流就越大。同时, 如果电磁场的强度增大或频率增高, 也会增大感应电流的大小。

### 2 异频法线路参数测试中工频感应电流的影响的原因

在电网供电线路参数测量过程中, 工频感应电流是影响数据准确性的主要原因, 其主要来源于磁感应以及电感应电势。我国电网在架设过程中, 常常采用并行的方法, 而在输电过程中, 电流的流动会伴随着一定的磁场变化, 在该磁场的影响下, 并行线路中通过互感产生感应电流。而感应电流与运行线路的电流和两个线路间的互感成正比, 类似于在传输线路的纵向上增加了一个磁感生电势。同时, 在电容耦合的作用下, 运行线路的电场也会在被测试电路中产生电感应电势。这类类似于将一个等效的电感串联在供电线路的电容支路中<sup>[4]</sup>。

另外, 因为电网线路中存在着工频感应电流, 在对电网线路进行正序阻抗参数测试时, 大量的工频感应电流会影响数据的准确性。因此, 可以通过增加信噪比来提高线路参数的准确性。通常情况下, 工频感应电流所产生的电压为220V和380V, 对于线路参数的影响较小。然而, 当工频感应电流所产生的电压达到百伏以上, 就会使得线路参数产生较大误差。基于这一点, 增加信噪比无法从根本上解决50 Hz工频干扰问题。事实上, 消除系统干扰电压影响的最佳方法是改变施加在线路上的测量电压频率, 避开系统频率的工频干扰。

### 3 异频测试的可实施性

测量线路中工频感应电流的基本思想是利用异频法, 即通过提取电压相邻的线路所产生的主要干扰源来引出感应电流。电网频率通常保持在49.5~50.5 Hz左右, 而线路参数则通常在40~60Hz范围内, 变化较小<sup>[5]</sup>。因此, 为了能够避免系统频率降低的问题, 可以通过使用单相或三相交流电源来实现。在线路参数测试过程中, 通过使用不同频率的电源, 能够使被测电压产生不同的频率, 随后利用上位机将信号进行数字滤波、模拟滤波分析。经过分析后, 能够在非功率频率下测得较为准确的线路参数, 经过相关计算后, 最终得到准确的功率频率下的线路参数。另外, 为了确保线路参数的准

确性, 通常使用不同的频率来进行多次测量。

通过上述分析, 可以明显的看出在线路参数测量过程中, 异频测量方法能够有效抵抗工频感应电流的干扰, 利用软、硬件结合的措施, 消除工频感应电流的干扰, 使得线路参数测量能够在不断电, 并且线路具备交强干扰的情况下完成测量。另外, 相比较传统的测试方法, 异频测试的设备具有小体积、重量轻等优点, 更加便于在野外进行线路参数测量。

### 4 异频测试试验装置

本文采用了一种独特的测试方式进行异频测试, 在试验中, 通过调整试验电源的频率, 降低工频感应电流的干扰, 让测试仪器仅接收与试验频率有关的信号。通过强制削弱和规避的处理措施对工频感应电压进行处理。这种处理方式旨在有效地抵制外界干扰, 进而提高测试系统的准确性与稳定性。本文所使用的系统, 主要利用非工频频率的电源对线路参数进行测试。测试过程中, 本系统的主机能够实现信号的缩影以及异频率采用, 能够有效避免线路参数测试中工频感应电流的干扰, 并且在本文系统线路参数测量过后, 能够利用仪器对非工频情况下测得的相关参数数据进行自动换算, 转化为工频参数, 以确保数据的统一性和可比性。

该系统所包含的元件共计有五个, 包括1台高效异频电源、3台高性能隔离变压器和1台精准线路参数测试仪。这些元件各自发挥了不同的作用: 其中线路参数测试仪是用于对特定频率下的电参数进行准确测量的重要组成部分; 而异频电源和隔离变压器则是为实验电路提供稳定的特异频率电源所不可或缺的组件。在本次实验过程中, 为确保实验的精准性, 需要按照异频电源技术指标中所规定的要求进行参数的设定和调整。具体来说, 在交流输入单相方面, 其相关标准为AC 220V±10% 50Hz; 而该系统的输出电源可以以三相四线对称异频电源或单相异频电源的形式呈现, 其输出频率的相关标准在40Hz/50Hz/60Hz之间。此外, 系统还能够输出符合标准的电压范围, 包括5V~750V的范围, 而在线路阻抗测试和容抗测试方面, 则分别具有5V~250V和750V的标准。最后, 该系统输出的电流范围在0.005~50A之间, 符合实验中的相关要求。

### 5 异频测试系统的工频校正

该仪器所获得的包括功率参数、电压、电流等线路参数主要为频率参数值, 由于测试频率与被测样品的无功、电容呈线性关系, 而电流、电压、功率与被测样品的电抗、电容呈线性关系<sup>[6]</sup>。由于栅格效应和频率校正效应的近似值, 该电路是非线性的。由于测量时线路的复杂性和电磁环境的干扰, 导致电流和电压之间产生相位差, 从而产生了较大的阻抗角度, 通常在70°左右, 被测有源分量约为30%。电抗元件, 经检查, 电阻误差越大, 对阻抗参数造成的影响就越大, 与理论值相比越大, 通常每产生10%偏差的电阻误差, 就会产生1%左右的线路阻抗参数偏差。基于此, 根据本次

线路参数测量的实际情况,异频测试系统的电源频率设计为40Hz/60Hz,并且分别对线路进行测量,并采集数据样品,通过换算后,便能够得到相关线路参数。

### 6 线路参数测试中异频测试系统的特点

工频感应电压是影响线路参数准确性的重要因素之一。传统的测试方法主要依赖于提高试验电压,实现对试验电流的增加,同时结合相序倒换等方法,来降低工频感应电流对线路参数测试的干扰,该方法可能会增加其重量与容量,但不利于现场试验。通过对比现场试验环境,分析在线路参数测试中,异频试验装置的特点:

1. 提升试验设备可移动性:合理应用异频试验装置,大幅减小试验装备的大小和重量,降低电源需求,并有效提高其可携带性和便携性,从而为现场实验提供了有力保障。

2. 具有较好试验等效性:通过改变测试系统的电源频率,排除测试器信号接收过程中的干扰信号,只接受所需要的同频信息,来实现对工频感应电流的有效规避,随后利用系统功能将相关数据转换为工频参数。本次实验以40Hz/60Hz交流电源作为能源供电,主要原因是其能够产生与实际线路参数测量过程中相同的场强,以此来加强系统实验的等效性,进一步提高线路参数测量的准确性与可靠性。

### 7 线路测数中的真实数据结果

当对准安地区220kV梁泰线路工程进行线路参数测试时,测量中遇到了一个问题:因为220千伏梁庄变出口有多条平行220千伏线路,并且该线路上方有500kV的线路穿过,产生加大的工频感应电流。当在线路两端接地形成短路后,会引起约10A左右的感应电流产生。这种情况下,使用常规工频测试方法,其差生的数据误差较大,同时也伴有加大的安全隐患。而使用本文所选用的异频测试系统对该线路参数进行测量。测试结果表明,采用异频测试系统所获得的线路参数结果较为准确,线路中工频感应电流对线路参数测试影

响较小。

### 8 试验中的注意事项

(1)在进行试验前,需要严格检查输入、输出的接线,确保其连接稳固,在连接接地线时需要进行有效的接地并确保可靠性。如接地线未得到可靠接地,则对仪器的测量会产生误差。

(2)在进行试验前,应充分考虑隔离变压器的电压和电流的限制,并选择相应的测试接线方式。

(3)在进行测试前,需要先连接好接地线,然后连接其他线路。被测高压线路应在最后接入,否则将容易烧坏测试仪的电压测试电路。

结语:综上所述,工频感应电流是异频法线路参数测试中的一个常见问题,它会影响测试结果的准确性和可靠性。为了减小感应电流的影响,我们可以采取合适的测试频率、屏蔽措施和优化线圈设计等措施。通过这些方法,可以提高测试结果的准确性,从而更好地评估和维护电力系统的线路参数。

### 参考文献

- [1]武俊江,王娇.基于两次直线异频法的接地电阻测量法[J].科技风,2020(8):179.
- [2]阎黎冰,王少华,李特,等.特高压同塔双回输电线路工频参数测试技术及应用[J].电工技术,2018(15):143-146.
- [3]何智强,李欣,王丽蓉等.大型接地装置的工频间隔波测量方法研究[J].自动化仪表,2021,42(03):42-47.
- [4]刚波,张新军.大地网接地电阻测试中异频法技术探讨[J].科技风,2018(23):138.
- [5]熊舟,杨烽,何强.基于异频法的大型水电站接地网接地阻抗测量实践[J].水电站机电技术,2022,45(07):78-81.
- [6]阎黎冰,王少华,李特等.特高压同塔双回输电线路工频参数测试技术及应用[J].电工技术,2018(15):143-146.