



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112305376 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 05

(21) 申请号 202011176973.2

(22) 申请日 2020.10.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112305376 A

(43) 申请公布日 2021.02.02

(73) 专利权人 国网山东省电力公司青岛供电公司

地址 266002 山东省青岛市市南区巫峡路21号甲

(72) 发明人 于强 王林峰 陈先凯 李晨

许志亮 田振业 赫志远 刘术波
于乔

(74) 专利代理机构 杭州广奥专利代理事务所

(特殊普通合伙) 33334

专利代理师 高丽敏

(51) Int.Cl.

G01R 31/08 (2006.01)

G01R 19/165 (2006.01)

G01R 23/165 (2006.01)

审查员 亢甲杰

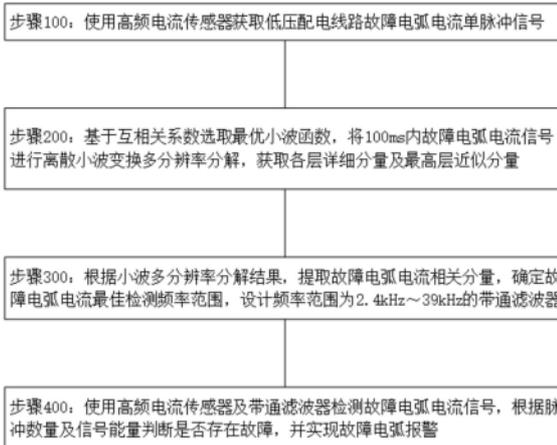
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种低压配电线路故障电弧检测及识别方法

(57) 摘要

本发明公开了一种低压配电线路故障电弧检测及识别方法,包括以下步骤:步骤100,使用高频电流传感器获取低压配电线路故障电弧电流单脉冲信号;步骤200,基于互相关系数选取最优小波函数,将100ms内故障电弧电流信号进行离散小波变换多分辨率分解,获取各层详细分量及最高层近似分量;步骤300,根据小波多分辨率分解结果,提取故障电弧电流相关分量,确定故障电弧电流最佳检测频率范围;步骤400,使用高频电流传感器及带通滤波器检测故障电弧电流信号,根据脉冲数量及信号能量判断是否存在故障,并实现故障电弧报警。本发明方案能快速检测及识别低压配电线路故障电弧,其速度快,精准度高,达到早期预警的目的,安全性大大提高。



1. 一种低压配电线路故障电弧检测及识别方法,该方法依托故障电流切断装置和脱扣机构来实施;所述障电流切断装置由高频电流传感器、信号调理模块、MCU单元、电源模块、断路器模块、漏电模块、脱扣器模块和通讯接口模块组成,由高频电流传感器实时检测低压配电网线路电流,经信号调理电路滤波、放大、整流、及A/D转换后,由MCU单元计算电流信号频率、有效脉冲数、信号能量等特征参数,并自动判断线路处于异常或正常状态,实现智能化故障电流检测及识别;当检测到线路电流信号异常时,故障电流切断装置产生触发信号,切断故障电流,通讯模块可将电流、电压、异常信号等数据实时传送到终端服务器,实现远程监控;

具体包括以下步骤:

步骤100,首先搭建故障模拟平台,研究故障电流信号时域、频域、能量等特征,对比分析故障状态与正常状态信号,研制高精度信号调理模块;依据UL1699设计故障电流实验平台,模拟线路断股、端子接触不良、绝缘损坏等故障类型,分析并对比典型故障电流与正常电流信号时域、频域、能量等特征;

步骤200,使用高频电流传感器获取低压配电线路故障电弧电流单脉冲信号;

步骤300,基于互相关系数选取最优小波函数,采用db13小波对原始故障信号进行8层分解,将100ms内故障电弧电流信号进行离散小波变换多分辨率分解,获取各层详细分量及最高层近似分量、详细分量及其对应频率;

步骤400,根据小波多分辨率分解结果,结合小波多分辨率分解,提取故障电弧电流相关分量,确定故障电弧电流最佳检测频率范围;确定信号滤波电路最佳检测带宽,研制信号调理电路;

步骤500,使用高频电流传感器及带通滤波器检测故障电弧电流信号,根据脉冲数量及信号能量判断是否存在故障,并实现故障电弧报警。

2. 根据权利要求1所述的一种低压配电线路故障电弧检测及识别方法,其特征在于:步骤400中设计检测频率范围为2.4kHz~39kHz的带通滤波器。

3. 根据权利要求1所述的一种低压配电线路故障电弧检测及识别方法,其特征在于:信号调理电路由滤波、放大及A/D转换电路构成,其中滤波电路采用带通设计。

一种低压配电线路故障电弧检测及识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种低压配电线路故障电弧检测及识别方法。

背景技术

[0002] 低压配电网故障电流大部分由电弧故障引起,电弧是两个电极之间跨越绝缘介质的持续放电现象,经常伴随着电极的局部发热。典型的电弧是在两极之间的空气间隔中形成的,其中心温度一般为5000至15000摄氏度。低压配电网中,线路和设备工作时间较长且运行环境复杂,绝缘层可能出现老化、破损或接触不良现象,导致其绝缘能力下降。当设备通电或电压达到一定数值时,可能导致故障电流的产生。故障电流发生后,仅大约0.5A电流产生的温度可高达2000℃~3000℃,足以引燃线路或设备周围可燃物。并且,故障电流一般情况下不易熄灭,当电压低至20V时,电弧仍然可以保持连续稳定的燃烧。

[0003] 低压配电网中电弧主要分为串联电弧、并联电弧和接地电弧。串联电弧仅在单条导线中产生,磨损的导线被外力拉开或者插座和较链触点连接松动所发生的故障电弧都属于串联电弧,由于受负载限制,串联电弧电流不会超过导线的负荷。并联电弧是一种短路情况,由于不受负载限制,并联电弧故障电流较大。接地电弧存在于具有地线的配电系统中,与并联电弧相似,其故障电流不受负载限制。并联电弧与接地电弧电流值较大,可由传统的过载保护模块检测并切断。

[0004] 现有的故障电流保护装置主要有熔断器、断路器等设备,均通过检测线路中电流大小是否超过规定值来判断线路是否发生了故障,进而切断故障线路实现保护。熔断器是利用金属导体或熔体串联在电路中,当过载或短路电流通过时,其自身因发热而熔断。熔断器熔断时间的快慢与流过熔体的电流有关,当流过熔体的电流较大时,熔断时间较短且动作迅速;当电流值较小时,熔断时间会变长甚至无法熔断。断路器则需要在规定时间内断开故障线路以保障设备安全。因此,当线路或设备中发生故障电流且电流值较大时,熔断器或断路器能够根据电流值的大小发生动作,起到保护线路的作用。然而,当线路或设备中发生串联故障电弧时,故障电弧发生点与线路负载呈串联关系。由于受到线路负载的限制,在串联回路中,线路中的电流值一般小于正常工作电流,因此也小于传统故障电流保护设备的过电流保护值。当故障电弧发生时,传统的线路保护设备及方法不能对其进行检测,进而无法实现保护作用。

[0005] 因此需要搭建故障模拟平台,研究故障电流信号时域、频域、能量等特征,对比分析故障状态与正常状态信号,研制高精度信号调理模块;研究电机启动、开关电源等负载正常状态电流信号特性,提取特征参量,设计故障电流识别算法,确保装置无误动作;研究实时计算分析功能及故障自动判断算法,在线实时监测线路异常电流信号,具备远程监控功能;研究具有高速故障触发的脱扣机构,装置动作时间达微秒级,最终研制完成低压配电网故障电流高速切断装置;然而在此过程中需要有专门的故障电弧检测及识别方法,来完成电弧的检测和预警。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种能快速检测及识别低压配电线路故障电弧，其检测速度快，精准度高，实现线路安全早期预警，同时与故障电流切断装置相配合，当检测到线路电流信号异常时，故障电流切断装置产生触发信号，切断故障电流；同时可以通过通讯模块可将电流、电压、异常信号等数据实时传送到终端服务器，实现远程监控，具有实用性和使用广泛性的低压配电线路故障电弧检测及识别方法。

[0007] 为解决上述问题，本发明采用如下技术方案：

[0008] 一种低压配电线路故障电弧检测及识别方法，包括以下步骤：

[0009] 步骤100，使用高频电流传感器获取低压配电线路故障电弧电流单脉冲信号；

[0010] 步骤200，基于互相关系数选取最优小波函数，将100ms内故障电弧电流信号进行离散小波变换多分辨率分解，获取各层详细分量及最高层近似分量；

[0011] 步骤300，根据小波多分辨率分解结果，提取故障电弧电流相关分量，确定故障电弧电流最佳检测频率范围；

[0012] 步骤400，使用高频电流传感器及带通滤波器检测故障电弧电流信号，根据脉冲数量及信号能量判断是否存在故障，并实现故障电弧报警。

[0013] 优选的，步骤200中设计检测频率范围为2.4kHz~39kHz的带通滤波器。

[0014] 优选的，步骤200中的小波为db13小波，通过db13小波对原始故障电弧电流信号进行8层分解。

[0015] 优选的，步骤300中根据小波多分辨率分解，确定信号滤波电路最佳检测带宽，研制信号调理电路。

[0016] 优选的，信号调理电路由滤波、放大及A/D转换电路构成，其中滤波电路采用带通设计。

[0017] 本发明的有益效果是：能快速检测及识别低压配电线路故障电弧，其检测速度快，精准度高，实现线路安全早期预警，同时与故障电流切断装置相配合，当检测到线路电流信号异常时，故障电流切断装置产生触发信号，切断故障电流；同时可以通过通讯模块可将电流、电压、异常信号等数据实时传送到终端服务器，实现远程监控，具有实用性和使用的广泛性。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，但并不是对本发明保护范围的限制。

[0019] 图1为本发明的工作流程示意图；

[0020] 图2为本发明的低压配电线路故障电弧电流典型单脉冲信号示意图；

[0021] 图3为本发明的基于互相关系数选取最优小波函数选取示意图；

[0022] 图4为本发明的基于离散小波变换的故障电弧电流信号多分辨率分解示意图；

[0023] 图5为本发明的故障电弧检测用带通滤波器线路示意图；

[0024] 图6为本发明的故障电弧检测带通滤波器频率范围示意图；

[0025] 图7为本发明的滤波处理后故障电弧电流信号示意图；

[0026] 图8为本发明的正常状态与异常状态信号能量图谱示意图；

具体实施方式

[0027] 参阅图1至图8所示的一种低压配电线路故障电弧检测及识别方法,包括以下步骤:

[0028] 步骤100,使用高频电流传感器获取低压配电线路故障电弧电流单脉冲信号;

[0029] 步骤200,基于互相关系数选取最优小波函数,将100ms内故障电弧电流信号进行离散小波变换多分辨率分解,获取各层详细分量及最高层近似分量;

[0030] 步骤300,根据小波多分辨率分解结果,提取故障电弧电流相关分量,确定故障电弧电流最佳检测频率范围;

[0031] 步骤400,使用高频电流传感器及带通滤波器检测故障电弧电流信号,根据脉冲数量及信号能量判断是否存在故障,并实现故障电弧报警。

[0032] 进一步,步骤200中设计检测频率范围为2.4kHz~39kHz的带通滤波器。

[0033] 进一步,步骤200中的小波为db13小波,通过db13小波对原始故障电弧电流信号进行8层分解。

[0034] 进一步,步骤300中根据小波多分辨率分解,确定信号滤波电路最佳检测带宽,研制信号调理电路。

[0035] 进一步,信号调理电路由滤波、放大及A/D转换电路构成,其中滤波电路采用带通设计;通过采用带通设计,可有效滤除工频50Hz线路正常电流,保留故障电流成分。

[0036] 本发明的小波变换可同时实现输入信号的时域和频域分析。

[0037] 本方案实施时,首先搭建故障模拟平台,研究故障电流信号时域、频域、能量等特征,对比分析故障状态与正常状态信号,研制高精度信号调理模块;依据UL1699设计故障电流实验平台,模拟线路断股、端子接触不良、绝缘损坏等故障类型,分析并对比典型故障电流与正常电流信号时域、频域、能量等特征。采用db13小波对原始故障信号进行8层分解,则分解后各层信号近似分量(Approximate, A)、详细分量(Detail, D)及其对应频率,结合小波多分辨率分解,确定信号滤波电路最佳检测带宽,研制信号调理电路。

[0038] 本发明的方案由故障电流切断装置来实施。

[0039] 本发明实施的故障电流切断装置由高频电流传感器、信号调理模块、MCU单元、电源模块、断路器模块、漏电模块、脱扣器模块和通讯接口模块等组成。由电流传感器实时检测低压配电网线路电流,经信号调理电路滤波、放大、整流、及A/D转换后,由MCU单元计算电流信号频率、有效脉冲数、信号能量等特征参数,并自动判断线路处于异常或正常状态,实现智能化故障电流检测及识别。当检测到线路电流信号异常时,故障电流切断装置产生触发信号,切断故障电流,通讯模块可将电流、电压、异常信号等数据实时传送到终端服务器,实现远程监控。

[0040] 与本发明方案共同实施的还有脱扣机构,脱扣机构采用电子断开与机械断开结合设计,在低压配电线路上,当故障电流切断装置在单位时间内检测到故障电流且信号频率、有效脉冲数、信号能量等参数符合触发条件时,机械机构动作,由电子机构及电磁机构分断主电路,且脱扣时间达微妙级,实现快速故障保护。

[0041] 本方案实施时,在低压配电网中,电机启动、开关电源动作、插拔开关等设备正常工作电流具有故障电流类似特征,通常称为“好弧”。这些电弧具有瞬时性、持续时间短的特点,且不影响线路和设备的正常工作,不会引起火灾。因此,发生好弧时,故障电流切断装置

不应动作。为避免装置误跳闸影响设备正常运行,故障电流切断装置应有效地区分故障电流及好弧,提取有效脉冲数及信号能量作为区分故障电流及好弧的特征参量。其中,有效脉

冲数定义为超过正常电流最大值50%的脉冲个数;信号 x_i 能量 E_k 由下式计算 $E_k = \sum_{i=0}^N x_i^2$ 。

[0042] 以上,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何不经过创造性劳动想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书所限定的保护范围为准。

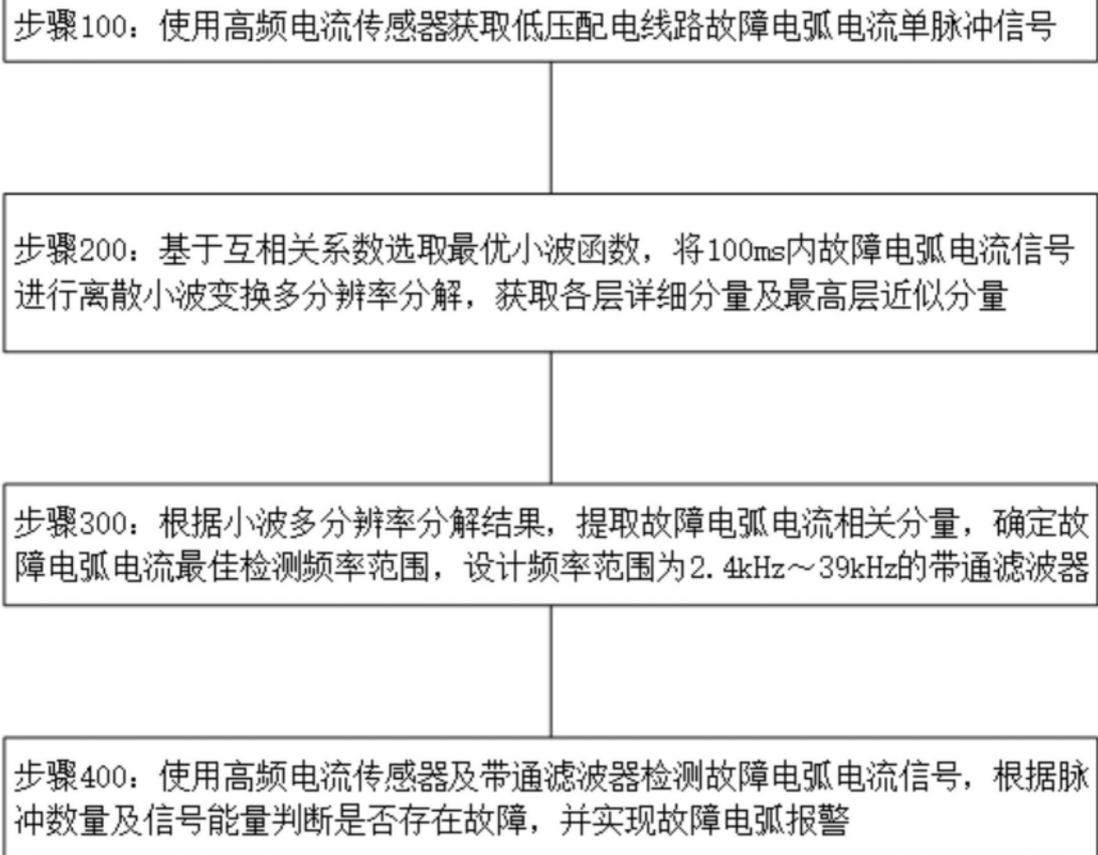


图1

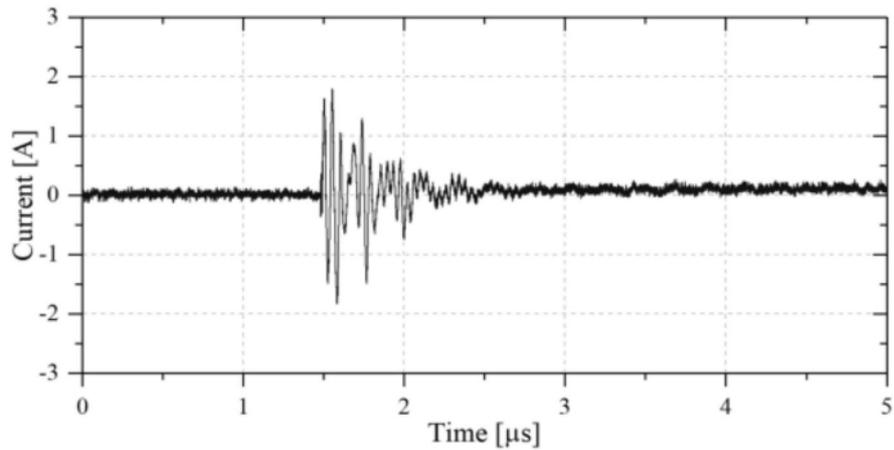


图2

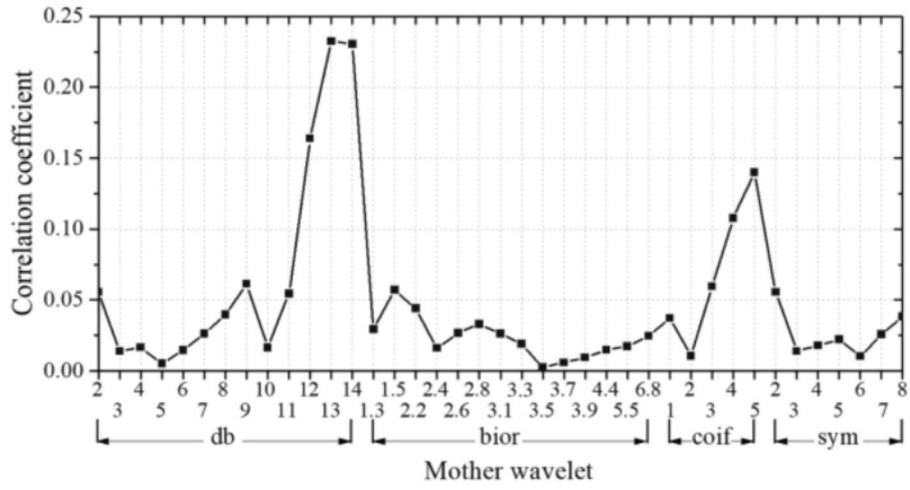


图3

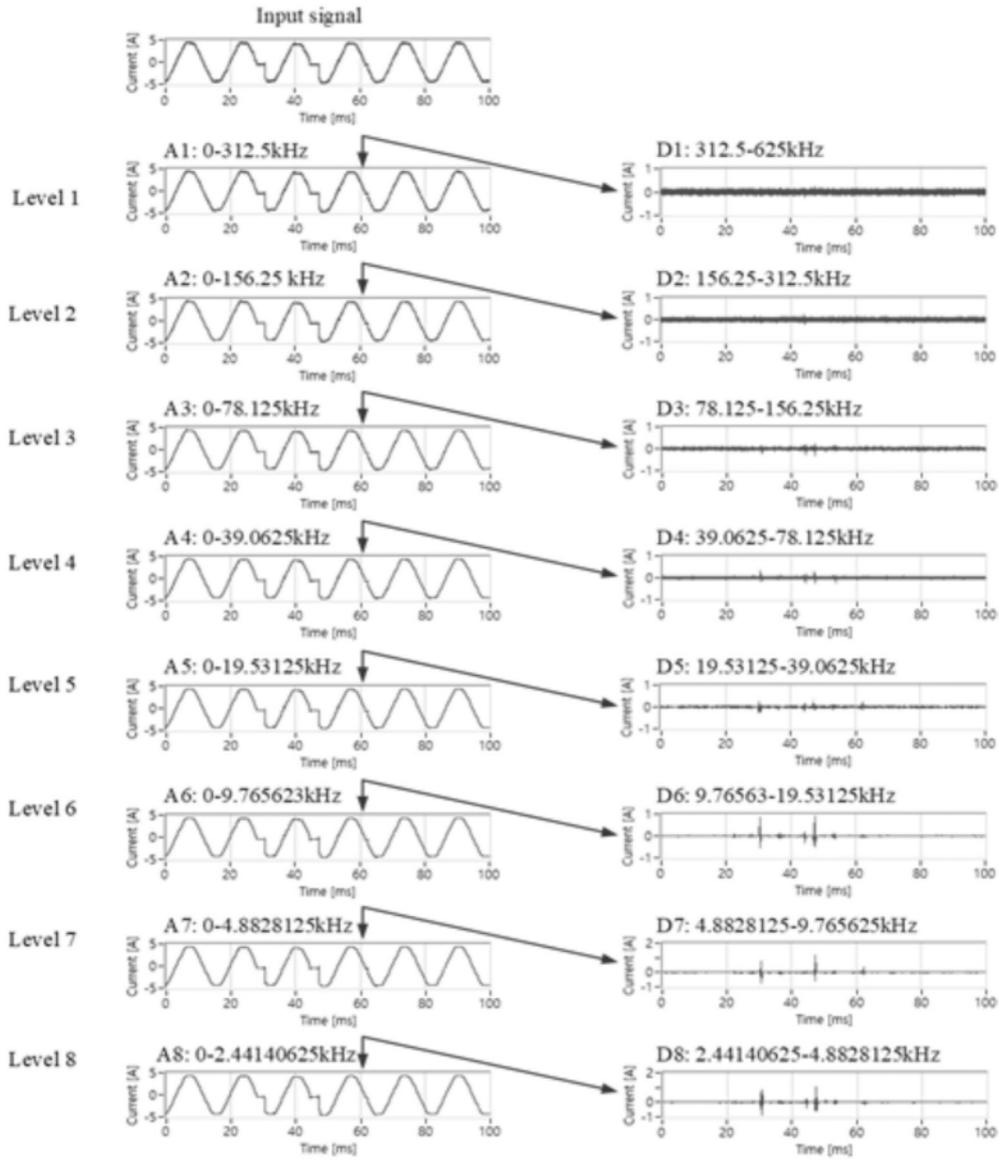


图4

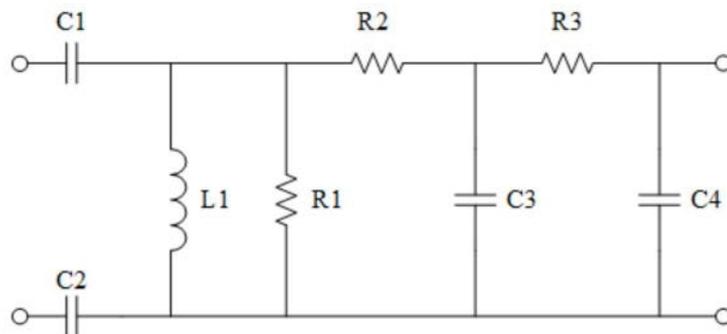


图5

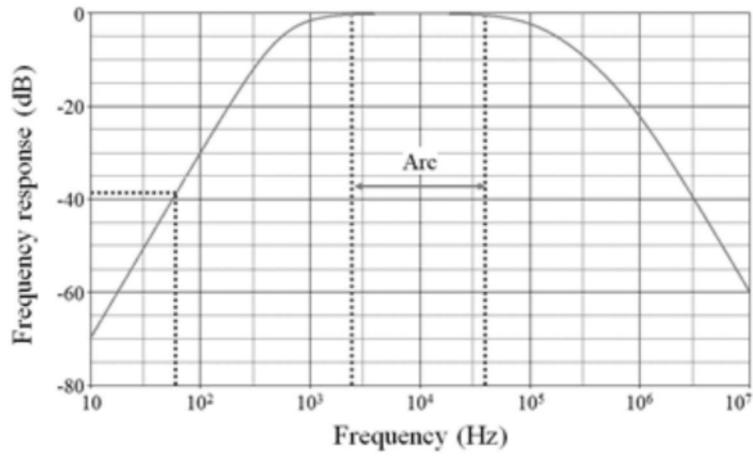


图6

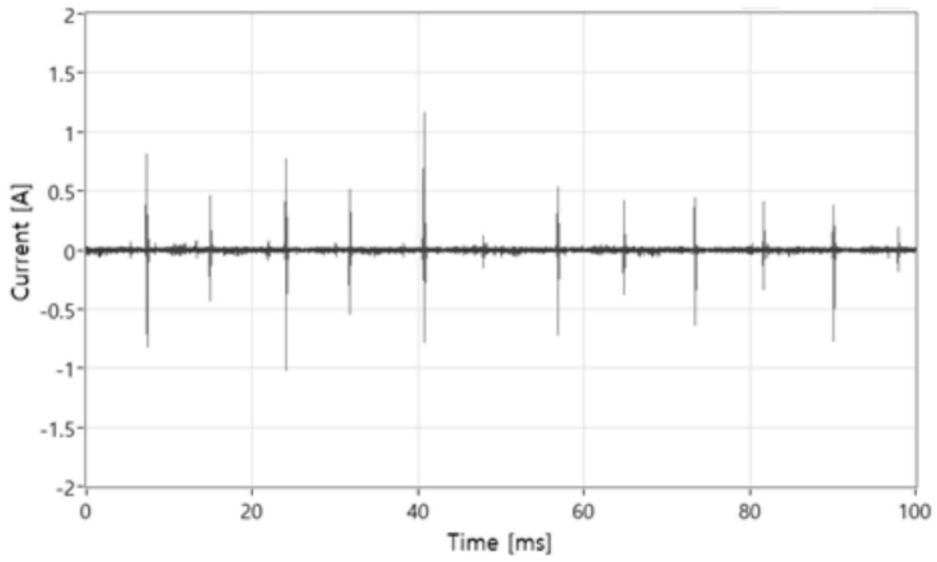


图7

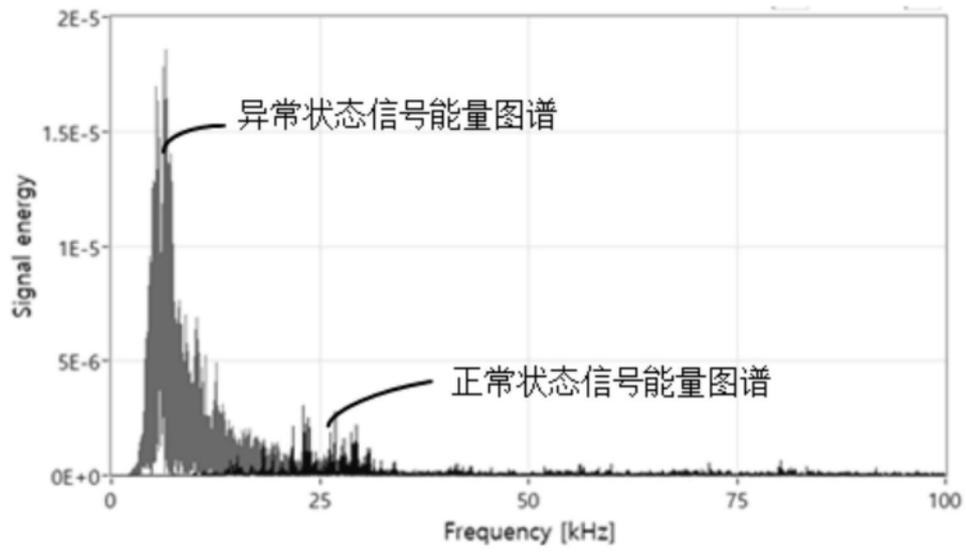


图8