



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106952182 B

(45)授权公告日 2020.07.31

(21)申请号 201710183150.4

(22)申请日 2017.03.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106952182 A

(43)申请公布日 2017.07.14

(73)专利权人 广东电网有限责任公司电力科学
研究院

地址 510080 广东省广州市越秀区东风东
路水均岗8号

(72)发明人 杨毅 刘石 高庆水 张楚 金格
田丰 邓小文 杜胜磊

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 张春水 唐京桥

(51)Int.Cl.

G06Q 50/06(2012.01)

G01D 21/02(2006.01)

(56)对比文件

刘石等. 变压器绕组振动传递特性仿真研
究.《西安交通大学学报》.2018,第52卷(第6期),
第69-75页,第83页.

冯永新等.大型电力变压器振动法故障诊断
与发展趋势.《变压器》.2019,第46卷(第10期),
第69-73页.

审查员 刘展鹏

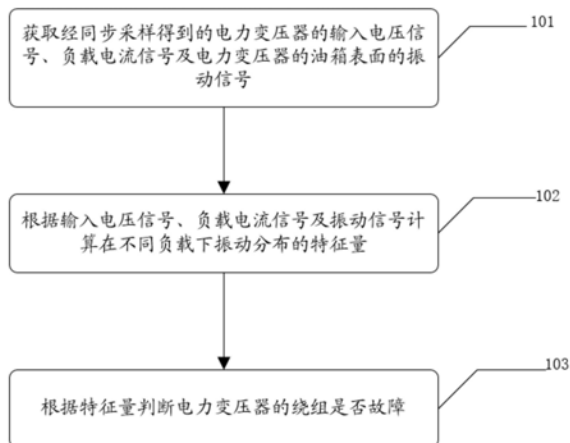
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于振动分布特征的电力变压器绕组
故障诊断方法

(57)摘要

本发明实施例公开了一种基于振动分布特
征的电力变压器绕组故障诊断方法,用于解决目
前的基于振动分析法的变压器状态检测方法基
本用于实验分析研究,并没有可以运用针对于
现场实际变压器的一套基于振动分析法的电力
变压器绕组故障诊断方法的技术问题。本发明
实施例方法包括:获取经同步采样得到的电力
变压器的输入电压信号、负载电流信号及电力
变压器的油箱表面的振动信号;根据输入电压
信号、负载电流信号及振动信号计算在不同负
载下振动分布的特征量;根据特征量判断电力
变压器的绕组是否故障。



1. 一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法,其特征在于,包括:

获取经同步采样得到的电力变压器的输入电压信号、负载电流信号及所述电力变压器的油箱表面的振动信号;

根据所述输入电压信号、负载电流信号及所述振动信号计算在不同负载下振动分布的特征量;

根据所述特征量判断所述电力变压器的绕组是否故障;

所述特征量包括:振动矢量和、振动幅值重心和瞬时振动重心轨迹;

所述根据所述特征量判断所述电力变压器的绕组是否故障包括:

根据所述电力变压器的振动幅值重心的偏移量是否大于预设阈值来判断所述电力变压器的绕组是否故障,若是,则所述电力变压器的绕组故障,否则,所述电力变压器的绕组不存在故障;

所述振动幅值重心的偏移量可通过公式六进行确定,所述公式六具体为:

$$D_{\text{bias}} = \frac{\sqrt{(x_{\text{ac}} - x_0)^2 + (y_{\text{ac}} - y_0)^2}}{\sqrt{x_{\text{tank}}^2 + y_{\text{tank}}^2}};$$

其中, D_{bias} 为振动幅值重心的偏移量, $x_{\text{ac}}, y_{\text{ac}}$ 为当前测量的振动幅值重心, x_0, y_0 为绕组正常时的振动幅值重心, $x_{\text{tank}}, y_{\text{tank}}$ 为油箱的长宽尺寸参数。

2. 根据权利要求1所述的基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法,其特征在于,所述获取经同步采样得到的电力变压器的输入电压信号、负载电流信号及所述电力变压器的油箱表面的振动信号之前包括:

以所述电力变压器的油箱的表面为 xoy 平面,并以所述电力变压器的油箱的表面的几何中心作为坐标原点,建立坐标系。

一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法

技术领域

[0001] 本发明涉及信号处理技术领域,尤其涉及一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法。

背景技术

[0002] 大型电力变压器是电力工业中所使用的关键设备之一,其健康状况直接影响电网系统中电力输送的安全性,可靠性和经济效益。变压器的主要部件包括绕组和铁芯,二者都是变压器振动产生的源部件,也是变压器的主要故障部件。大部分变压器严重故障由绕组产生,往往导致巨量经济损失和严重环境污染,因而变压器绕组的故障研究具有显著的现实意义。

[0003] 变压器运行时,输入的电压使得铁芯因磁致伸缩效应产生振动,负载的交变电流则使得绕组因电磁力而产生振动。通过绕组,铁芯和油箱壁之间的固连,以及各部件与油箱中绝缘油的固液耦合,绕组和铁芯的振动传递到绝缘油表面产生叠加振动。振动分析法可以通过分析从变压器油箱壁上测得的振动,检测可能引发变压器重大事故的机械结构缺陷。该方法具有连续性,非介入性和在线监测的优势,且与电力系统没有电气连接,具有很好的应用与发展前景。

[0004] 对于正常变压器,当电流和电压产生的激励力一定时,机械结构稳定的绕组和铁芯产生的相对稳定的振动经支撑机构和绝缘油传递到油箱表面,在油箱表面不同位置的振动分布基本保持不变,但当变压器绕组发生鼓包变形、倾斜、移位、松动等机械稳定特性改变时,绕组产生的振动发生变化,油箱表面的振动分布也随之发生变化。若能对变压器油箱表面振动信号进行分布特征的研究与提取,寻找其特征变化与变压器绕组故障之间的关系,则基于振动分析法的变压器状态检测方法的灵敏度就有了新的提升空间。

[0005] 然而,目前的基于振动分析法的变压器状态检测方法基本用于实验分析研究,并没有可以运用针对于现场实际变压器的一套基于振动分析法的电力变压器绕组故障诊断方法。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法,解决了目前的基于振动分析法的变压器状态检测方法基本用于实验分析研究,并没有可以运用针对于现场实际变压器的一套基于振动分析法的电力变压器绕组故障诊断方法的技术问题。

[0007] 本发明实施例提供的一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法,包括:

[0008] 获取经同步采样得到的电力变压器的输入电压信号、负载电流信号及电力变压器的油箱表面的振动信号;

[0009] 根据输入电压信号、负载电流信号及振动信号计算在不同负载下振动分布的特征

量；

[0010] 根据特征量判断电力变压器的绕组是否故障。

[0011] 可选地,获取经同步采样得到的电力变压器的输入电压信号、负载电流信号及电力变压器的油箱表面的振动信号之前包括:

[0012] 以电力变压器的油箱的表面为xoy平面,并以电力变压器的油箱的表面的几何中心作为坐标原点,建立坐标系。

[0013] 可选地,特征量包括:振动矢量和、振动幅值重心和瞬时振动重心轨迹。

[0014] 可选地,根据特征量判断电力变压器的绕组是否故障包括:

[0015] 根据电力变压器的振动幅值重心的偏移量是否大于预设阈值来判断电力变压器的绕组是否故障,若是,则电力变压器的绕组故障,否则,电力变压器的绕组不存在故障。

[0016] 可选地,振动幅值重心的偏移量可通过公式六进行确定,公式六具体为:

$$[0017] \quad D_{\text{bias}} = \frac{\sqrt{(x_{\text{ac}} - x_0)^2 + (y_{\text{ac}} - y_0)^2}}{\sqrt{x_{\text{tank}}^2 + y_{\text{tank}}^2}};$$

[0018] 其中, D_{bias} 为振动幅值重心的偏移量, $x_{\text{ac}}, y_{\text{ac}}$ 为当前测量的振动幅值重心, x_0, y_0 为绕组正常时的振动幅值重心, $x_{\text{tank}}, y_{\text{tank}}$ 为油箱的长宽尺寸参数。

[0019] 从以上技术方案可以看出,本发明实施例具有以下优点:

[0020] 本发明实施例提供了一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法,包括:获取经同步采样得到的电力变压器的输入电压信号、负载电流信号及电力变压器的油箱表面的振动信号;根据输入电压信号、负载电流信号及振动信号计算在不同负载下振动分布的特征量;根据特征量判断电力变压器的绕组是否故障,本发明实施例通过定义变压器振动在油箱表面的空间分布特征,将绕组的工作状态和外部振动的分布联系起来,从新的角度提供了变压器绕组故障诊断的依据,实现了基于振动空间分布特征的绕组故障诊断,为研究者直接基于变压器油箱表面的振动测量数据进行绕组故障提供了新的方法,并提供了相应依据和标准。

附图说明

[0021] 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,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0022] 图1为本发明实施例提供的一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法的流程示意图。

[0023] 图2为本发明实施例提供的油箱表面测点分布建立坐标系的示意图;

[0024] 图3为本发明实施例提供的正常绕组和故障绕组各次谐波信号振动幅值重心对比示意图;

[0025] 图4为本发明实施例提供的变压器振动幅值重心变化趋势的12小时记录曲线实例示意图;

[0026] 图5为本发明实施例提供的实验现场图。

具体实施方式

[0027] 本发明实施例提供了一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法,用于解决目前的基于振动分析法的变压器状态检测方法基本用于实验分析研究,并没有可以运用针对于现场实际变压器的一套基于振动分析法的电力变压器绕组故障诊断方法的技术问题。

[0028] 为使得本发明的发明目的、特征、优点能够更加的明显和易懂,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,下面所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而非全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 请参阅图1,本发明实施例提供的一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法,包括:

[0030] 101、获取经同步采样得到的电力变压器的输入电压信号、负载电流信号及电力变压器的油箱表面的振动信号;

[0031] 首先,在负载运行状态下通过同步采样获得电力变压器的输入电压信号、负载电流信号以及电力变压器油箱表面某一位置处的振动信号,获取一天的数据大致可以得到在不同电流、电压下电力变压器的振动情况。

[0032] 102、根据输入电压信号、负载电流信号及振动信号计算在不同负载下振动分布的特征量;

[0033] 然后,根据输入电压信号、负载电流信号及振动信号计算在不同负载下振动分布的特征量,包括:振动矢量和,振动幅值重心和瞬时振动重心轨迹。

[0034] 其中,振动矢量和,振动幅值重心和瞬时振动重心轨迹的含义具体如下:

[0035] 振动矢量和:

$$[0036] \quad v_{j100} = \sum_{i=1}^N v_{i,j100} \quad (1)$$

[0037] 振动幅值重心:

$$[0038] \quad x_{j100} = \frac{\sum_{i=1}^N |v_{i,j100}| x_i}{\sum_{i=1}^N |v_{i,j100}|}, \quad (2)$$

$$[0039] \quad y_{j100} = \frac{\sum_{i=1}^N |v_{i,j100}| y_i}{\sum_{i=1}^N |v_{i,j100}|}, \quad (3)$$

[0040] 振动幅值重心变化趋势:

$$[0041] \quad x(t)_{j100} = \frac{\sum_{i=1}^N |v(t)|_{i,j100} x_i}{\sum_{i=1}^N |v(t)|_{i,j100}}, \quad (4)$$

$$[0042] \quad y(t)_{j100} = \frac{\sum_{i=1}^N |v(t)|_{i,j100} y_i}{\sum_{i=1}^N |v(t)|_{i,j100}}, \quad (5)$$

[0043] 其中,各变量定义如下:

[0044] i 为第 i 个振动测量点所得数据的标识;

[0045] x_i, y_i 分别表示第 i 个测点的横纵坐标;

[0046] $v_{i,j100}$,表示第 i 个测点上100Hz基频信号的第 j 次谐波

[0047] 因此,在获取经同步采样得到的电力变压器的输入电压信号、负载电流信号及电力变压器的油箱表面的振动信号之前,以电力变压器的油箱布置传感器的侧表面为 xoy 平面,其几何中心为坐标原点,建立坐标系,如图2所示。

[0048] 103、根据特征量判断电力变压器的绕组是否故障。

[0049] 最后,根据特征量即可判断电力变压器的绕组是否故障。由于绕组的振动由其中所通过的电流的电磁力产生,而振动中的高次谐波分量主要由铁芯振动耦合而来,因此各振动分布特征量的分析主要集中在100Hz的频率上。以100Hz基频信号作为分析对象,作出其振动幅值重心和瞬时振动重心轨迹,根据其在不同负载下的特征量,通过大量的试验数据制定相关阈值,即可进一步判断变压器绕组是否有损坏。

[0050] 由于电流负载情况,变压器结构等不同因素的影响,具体阈值的选取需要综合考虑目标变压器的特性,并在考察一定数目变压器分布特性的基础上确定。为了控制变量以说明绕组变形对振动分布特征的影响,现以同一组绕组在损坏前后的振动幅度重心和瞬时振动重心轨迹的变化为例进行解释。该绕组以短路冲击的形式进行破坏性实验,以达成使之产生形变的目的,并且在短路冲击前后加载10%至100%的电流负载,以模拟实际变压器绕组在不同负载电流的工况下振动分布特征的变化。

[0051] 当绕组状态正常时,由于组件固连的原因,振幅重心的位置应该在油箱壁正中偏下。而当绕组出现变形时,其振幅重心在垂直方向上会上移,在水平方向上会偏移,如图3所示。

[0052] 图4中展示了某变压器振动幅值重心变化趋势的12小时记录图线,可以看出,作为一台正常变压器,其振动幅值重心在测量期间局限在一个相对较小的范围之内,通过监测幅值重心随时间的变化,可以达到监测变压器可能存在的故障的目的。

[0053] 具体的诊断绕组变形的公式六可写作如下形式,即振动幅值重心的偏移量:

$$[0054] \quad D_{\text{bias}} = \frac{\sqrt{(x_{\text{ac}} - x_0)^2 + (y_{\text{ac}} - y_0)^2}}{\sqrt{x_{\text{tank}}^2 + y_{\text{tank}}^2}} \quad (6)$$

[0055] 由于各变压器的结构有所不同,故障诊断需要参考绕组正常时振动幅值重心,将绕组正常时的振动幅值重心记作 (x_0, y_0) ,当前测量得到的振动幅值重心记作 $(x_{\text{ac}}, y_{\text{ac}})$, $x_{\text{tank}}, y_{\text{tank}}$ 为油箱的长宽尺寸参数,所求取的振动幅值重心的偏移相对于油箱尺寸的比例记作 D_{bias} ,取阈值为10%,也即当 $D_{\text{bias}} \geq 10\%$ 时,可以认为所测绕组有存在故障的可能性,需要进一步检查确认。即根据电力变压器的振动幅值重心的偏移量是否大于预设阈值10%来判断电力变压器的绕组是否故障,若是,则电力变压器的绕组故障,需要进一步检查确认,否则,电力变压器的绕组不存在故障。

[0056] 为了便于理解,以下将以一具体实施例对本发明实施例提供的一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法进行详细的描述。

[0057] 如图5所示,具体实验对象为一台500kV单相油浸式电力变压器。电压、电流及振动

的采样装置包括前置放大、抗混叠滤波、AD采样等主要模块,为了能获得较高精度的数据,AD采样位数至少12位,抗混叠滤波器截止频率为2000Hz。进行振动信号采样时,采样频率至少为8192Hz。所采用振动传感器的灵敏度至少为100mv/g。在本实施例中,采集振动信号的采样频率设置为8192Hz,A/D模块采样位数为12位,振动传感器的灵敏度为500mv/g,并采用每间隔1分钟连续采样1秒钟的模式来采集电压、电流及振动信号。

[0058] 按照等间距均匀分布的原则在变压器油箱壁上布置好压电加速度传感器,记录其位置并按照油箱壁的机械尺寸建立坐标系,为每个测点确定各自的位置权重,用于公式(2)~公式(5)中幅值重心和振动幅值重心变化趋势的计算依据。

[0059] 对变压器振动进行持续测量(如24小时),记录数据并绘制被测变压器在不同负载状况下的振动幅值重心和瞬时振动重心轨迹,计算其相应图形信息,包括幅值重心的位置和,瞬时振动重心轨迹的主轴斜率偏转,并与制定的阈值相比较,从而做出关于变压器绕组故障的诊断。

[0060] 本发明实施例提供了一种基于振动分布特征的电力变压器绕组故障诊断方法,包括:获取经同步采样得到的电力变压器的输入电压信号、负载电流信号及电力变压器的油箱表面的振动信号;根据输入电压信号、负载电流信号及振动信号计算在不同负载下振动分布的特征量;根据特征量判断电力变压器的绕组是否故障,本发明实施例通过定义变压器振动在油箱表面的空间分布特征,将绕组的工作状态和外部振动的分布联系起来,从新的角度提供了变压器绕组故障诊断的依据,实现了基于振动空间分布特征的绕组故障诊断,为研究者直接基于变压器油箱表面的振动测量数据进行绕组故障提供了新的方法,并提供了相应依据和标准。

[0061] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统,装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0062] 以上所述,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

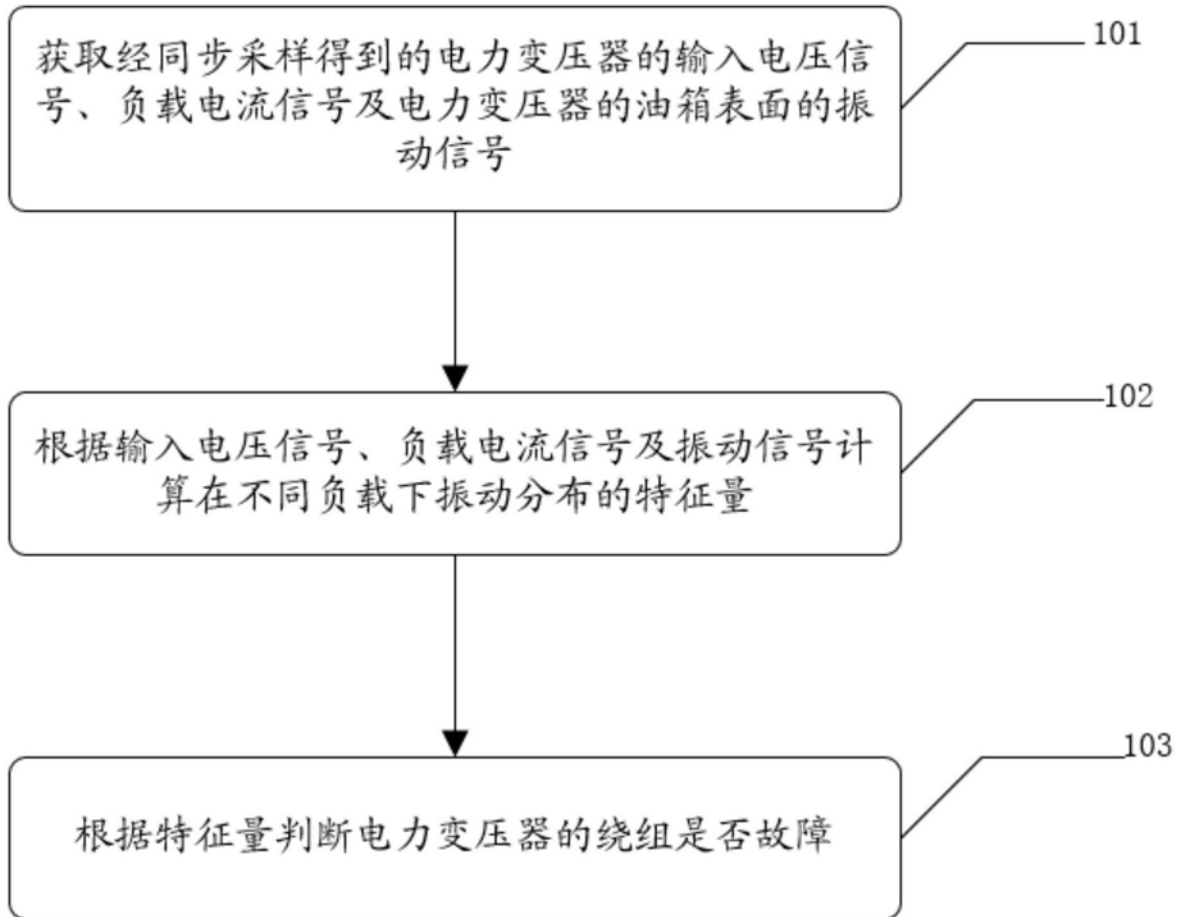


图1

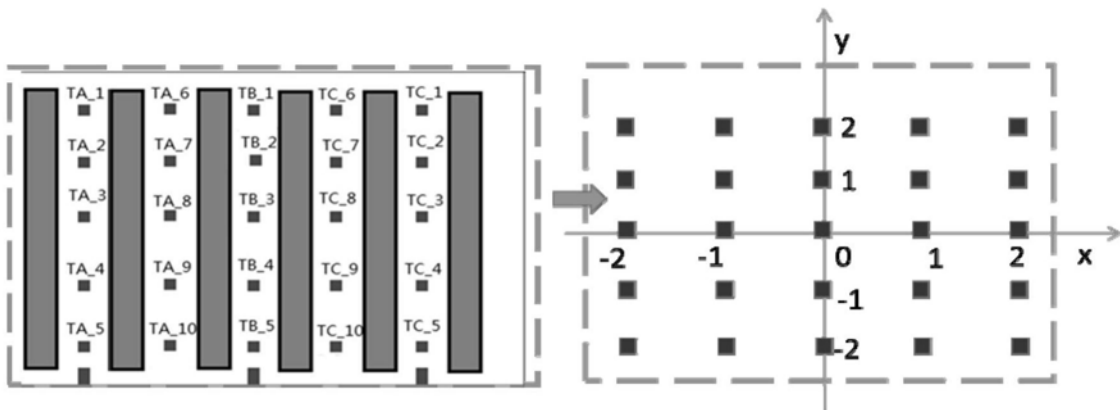


图2

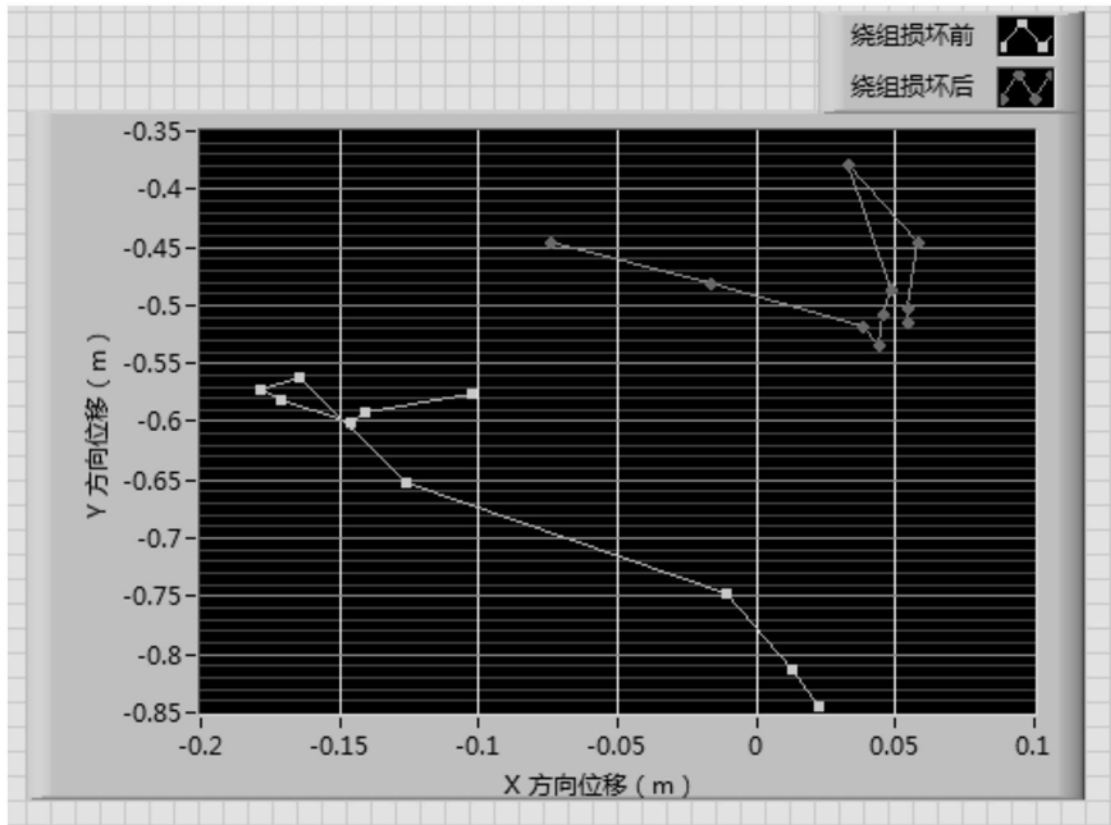


图3

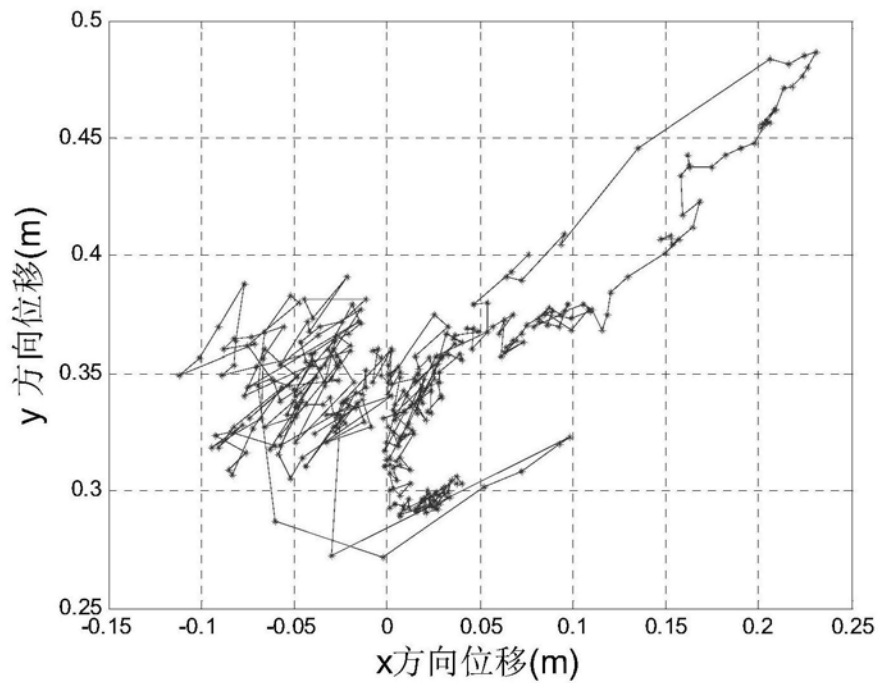


图4



图5