



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102735968 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 27

(21) 申请号 201210194724. 5

(22) 申请日 2012. 06. 13

(73) 专利权人 江苏省电力公司南京供电公司  
地址 210019 江苏省南京市建邺区奥体大街  
1 号

专利权人 河海大学  
国家电网公司  
江苏省电力公司

(72) 发明人 陈楷 李凯 王春宁 马宏忠  
徐天乐 陈静民 李勇 王春亮  
张赢

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限  
公司 32200

代理人 许方

(51) Int. Cl.

G01R 31/00(2006. 01)

G01H 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202735426 U, 2013. 02. 13, 权利要求  
1-3.

JP 特开 2012-58046 A, 2012. 03. 22, 全文 .

CN 201555910 U, 2010. 08. 18, 全文 .

JP 平 2-221874 A, 1990. 09. 04, 全文 .

程林. 特高压GIS/HGIS 设备振动诊断方法研究. 《电力建设》. 2009, 第 30 卷(第 7 期), 第  
17 页左栏第 2 段, 右栏第 1-2 段, 图 1.

审查员 王晓媛

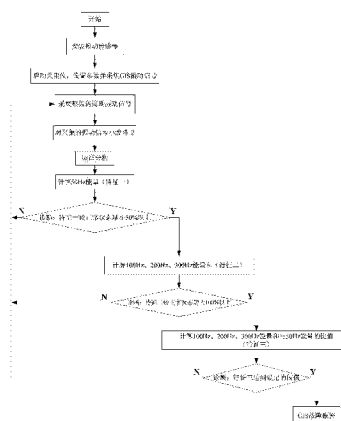
权利要求书1页 说明书3页 附图6页

(54) 发明名称

基于振动信号频谱分析的 GIS 故障诊断系统  
及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于振动信号频谱分析的 GIS 故障诊断系统及方法,属于 GIS 故障监测领域。该系统包括依次串接的振动加速度传感器、电荷放大器、数据采集仪和 PC 机,振动加速度传感器包括分别固定于 GIS 箱体外表面 X、Y 和 Z 轴方向上的三个振动传感器。该系统的诊断方法是利用三个振动传感器采集 X、Y 和 Z 轴方向上的 GIS 振动信号,对整周期截取的振动信号进行小波降噪,再进行频谱分析,分别计算出 50Hz 处能量以及 100Hz、200Hz、300Hz 处能量和,将计算值与正常状态相比较,根据比较结果再结合阈值来判定 GIS 故障。本方法工程实现简单,特征明显,能有效诊断 GIS 故障。



1. 一种基于振动信号频谱分析的 GIS 故障诊断方法,其特征在于:  
该方法包括如下步骤:
  - 步骤 1:设定采样频率为 10kHz,采样时间为 1 秒;
  - 步骤 2:在 GIS 稳定运行时采集 GIS 的振动信号;
  - 步骤 3:对振动信号进行采样,在采样数据中以整数倍周期截取振动信号;
  - 步骤 4:对截取的振动信号进行小波降噪;
  - 步骤 5:对降噪后的信号段进行频谱分析;
  - 步骤 6:计算 50Hz 频率处的能量,将该能量定义为特征一;计算 100Hz、200Hz、300Hz 频率处能量的能量和,将该能量和定义为特征二;
  - 步骤 7:当特征一较正常状态减小 50% 以上时,转入步骤 8,否则转入步骤 3;
  - 步骤 8:当特征二较正常状态增大 100% 以上时,转入步骤 9,否则转入步骤 3;
  - 步骤 9:计算特征二与特征一的比值,将该比值定义为特征三;
  - 步骤 10:将特征三与设定的阈值进行比较,当特征三小于阈值时,转入步骤 3,否则判定 GIS 发生故障。

## 基于振动信号频谱分析的 GIS 故障诊断系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种输变电设备状态在线监测技术,尤其涉及一种气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)的故障诊断系统及方法,属于 GIS 故障监测领域。

### 背景技术

[0002] 气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)诞生于 20 世纪 70 年代初,其是将断路器、隔离开关、快速接地开关、电流互感器、避雷器、母线、套管和电缆终端等电气元件封闭组合在接地的金属外壳中,内部充以 0.3~0.4MPa 的 SF6 气体作为绝缘介质。

[0003] GIS 的作用相当于一个开关站,其具有体积小、占地面积小、运行可靠性高、不受外界环境影响、配置灵活、维护工作量小、检修周期长、无电磁干扰等优点,深受电力公司的青睐,在城市电网建设和改造中得到大量使用。

[0004] 由于 SF6 气体的强负电性,因此具有良好的绝缘性能,目前的超高压及特高压设备主要以 SF6 作为绝缘介质。然而 SF6 气体中一旦由于混入水分、杂质、颗粒或者其他原因造成局部场强过于集中,其绝缘性能会急剧下降,因此对 GIS 的生产工艺、条件、环境均有较高的要求。但是在 GIS 的制造和组装过程中,不可避免会留下缺陷,这就为 GIS 留下了故障隐患。在电力需求量日益增长的今天,对重要的电气设备进行实时的状态监测,不但能保证供电的连续性、保证设备长期安全稳定运行,更是电力行业提高经济效益的必要环节。

[0005] 由于 GIS 设备的制造、运输、安装以及运行过程中开关、刀闸的分合振动等原因,在内部会形成金属微粒、粉末和水分等导电性杂质,这是引发 GIS 设备故障的主要原因。

[0006] 目前存在以下几种 GIS 故障诊断方法:

[0007] 1、超高频检测法,可以根据放电脉冲的波形特征和 UHF 信号的频谱特征进行故障诊断,具有良好的检测灵敏度,但超高频传感器本身的结构设计无法抑制来自变电站内高频段的干扰,这就使得检测结果的准确性受到了严重影响。

[0008] 2、高频接地电流法,利用精心制作的传感器可以在很宽的频率范围内保持很好的传输特性,但地线需穿过线圈,导致现场安装极其不方便。

[0009] 3、光测量法,不存在抗干扰的问题,但灵敏度很低,需要运用大量传感器,故此方法实用性不强。

### 发明内容

[0010] 本发明针对现有技术存在缺陷,而提出一种易于实现、诊断准确的基于振动信号频谱分析的 GIS 故障诊断系统及方法。

[0011] 该 GIS 故障诊断系统包括振动加速度传感器、电荷放大器、数据采集仪和 PC 机,其中:振动加速度传感器固定于 GIS 箱体的外表面,振动加速度传感器的输出端连接电荷放大器,电荷放大器通过 BNC 电气转换接口连接数据采集仪,数据采集仪通过网线接口连接 PC 机。

[0012] 所述振动加速度传感器是采用磁铁吸附固定于 GIS 箱体的外表面,该振动加速度

传感器包括三个振动加速度传感器,三个振动加速度传感器分别固定于 GIS 箱体外表面的 X、Y 和 Z 轴方向上。

[0013] 上述 GIS 故障诊断系统的诊断方法,包括如下步骤:

[0014] 步骤 1:设定采样频率为 10kHz,采样时间为 1 秒;

[0015] 步骤 2:在 GIS 稳定运行时采集 GIS 的振动信号;

[0016] 步骤 3:对振动信号进行采样,在采样数据中以整数倍周期截取振动信号;

[0017] 步骤 4:对截取的振动信号进行小波降噪;

[0018] 步骤 5:对降噪后的信号段进行频谱分析;

[0019] 步骤 6:计算 50Hz 频率处的能量,将该能量定义为特征一;计算 100Hz、200Hz、300Hz 频率处能量的能量和,将该能量和定义为特征二;

[0020] 步骤 7:当特征一较正常状态减小 50% 以上时,转入步骤 8,否则转入步骤 3;

[0021] 步骤 8:当特征二较正常状态增大 100% 以上时,转入步骤 9,否则转入步骤 3;

[0022] 步骤 9:计算特征二与特征一的比值,将该比值定义为特征三;

[0023] 步骤 10:将特征三与设定的阈值比较,当特征三小于阈值时,转入步骤 3,否则判定 GIS 发生故障。

[0024] 技术效果:

[0025] 1、系统组成结构简单,易于工程实现,实现成本较低。

[0026] 2、方法中选择的振动信号频谱特征量能准确反映 GIS 故障,特征明显,重复性好,诊断具有较高的准确性和可靠性。

#### 附图说明

[0027] 图 1 为本发明的诊断系统结构框图。

[0028] 图 2 为振动加速度传感器的安装位置示意图。

[0029] 图 3 为本发明的诊断方法流程图。

[0030] 图 4 (a) 为小波降噪前的振动信号时域频谱图;图 4 (b) 为小波降噪后的振动信号时域频谱图。

[0031] 图 5 (a)、图 5 (b)、图 5 (c) 分别为 GIS 正常运行时 X、Y 和 Z 轴方向上的振动信号频谱图。

[0032] 图 6 为 GIS 各种内部故障时的振动频谱示意图,图中框内标号:1 表示局部放电引起的振动;2 表示异物振动;3 表示电磁力、磁致伸缩引起的振动;4 表示静电力引起的振动;5 表示操作引起的振动;6 表示对地短路引起的振动。

#### 具体实施方式

[0033] 下面对本发明作进一步说明。

[0034] 本发明 GIS 故障诊断系统的结构如图 1 所示,包括振动加速度传感器、电荷放大器、数据采集仪和 PC 机,其中:振动加速度传感器通过磁铁牢固地吸附(固定)于 GIS 箱体的外表面,振动加速度传感器的输出端连接电荷放大器,电荷放大器通过 BNC 电气转换接口连接数据采集仪,数据采集仪通过网线接口连接 PC 机。振动加速度传感器与电荷放大器相配合进行振动信号测量,数据采集仪用于采集和记录检测到的振动信号,PC 机用于对数

据采集仪输出的信号数据进行存储、数据处理和故障诊断,并显示诊断结果。

[0035] 为了全面监测 GIS 表面的振动,采用三个振动加速度传感器分别固定于 GIS 箱体外表面的 X、Y 和 Z 轴方向上,具体固定位置如图 2 所示。

[0036] 本发明 GIS 故障诊断方法的流程如图 3 所示,具体包括如下步骤:

[0037] 步骤 1:设定采样频率为 10kHz,采样时间为 1 秒;

[0038] 步骤 2:在 GIS 稳定运行时开始采集 GIS 的振动信号;

[0039] 步骤 3:对振动信号进行采样,在采样数据中,根据采样时间、采样频率、采样点数,以整数倍周期截取振动信号;

[0040] 步骤 4:对整周期截取的振动信号进行小波降噪;

[0041] 步骤 5:对降噪后的信号段进行频谱分析;

[0042] 步骤 6:计算 50Hz 频率处的能量,将该能量定义为特征一;计算 100Hz、200Hz、300Hz 频率处能量的能量和,将该能量和定义为特征二;

[0043] 步骤 7:当特征一较正常状态减小 50% 以上时,转入步骤 8,否则转入步骤 3;

[0044] 步骤 8:当特征二较正常状态增大 100% 以上时,转入步骤 9,否则转入步骤 3;

[0045] 步骤 9:计算特征二与特征一的比值,将该比值定义为特征三;

[0046] 步骤 10:将特征三与设定的阈值比较,当特征三小于阈值时,转入步骤 3,否则判定 GIS 发生故障。

[0047] 下面提供本发明的一个实施例:

[0048] 以江苏省电力公司江东门 110KV 变电所的 GIS 为实验对象,按要求搭建硬件系统,硬件选择如下:振动加速度传感器采用 CA-YD-103,电荷放大器采用 KD5002,数据采集仪采用 Nicolet7700,PC 机采用笔记本电脑。

[0049] 按本发明的诊断方法步骤进行实验,实验中采集的 GIS 正常运行状态的原始振动信号如图 4 (a) 所示,对原始振动信号进行小波降噪,降噪后的振动信号如图 4 (b) 所示,对比图 4 (a) 和图 4 (b) 可以明显看出降噪效果。

[0050] GIS 正常运行时 X、Y 和 Z 轴方向上的振动信号分别如图 5 (a)、(b)、(c) 所示,比较图 5 (a)、(b)、(c) 可以发现,在 GIS 正常运行时的信号频谱中,主要在 50Hz 处振动最明显且能量最大,而 100Hz、200Hz、300Hz 处的能量相对较小。经过计算,被测 GIS 的振动信号特征频率处的能量值(归一化)如表 1 所示。

[0051] 表 1

[0052]

特征	X 轴	Y 轴	Z 轴	平均
50Hz 能量	0.8436	0.8408	0.8452	0.8432
100Hz、200Hz、300Hz 能量和	0.2343	0.1726	0.1827	0.1965
100Hz、200Hz、300Hz 能量和/50Hz 能量	0.2777	0.2053	0.2162	0.2330

[0053] 理论分析可知,GIS 内部出现故障时振动信号主要表现在高频信号,如图 6 所示,从而基频 50Hz 处能量会相对减小,并且高频 100Hz、200Hz、300Hz 处的能量和会显著增大,其比重必然会超过故障时基频处的能量值,因此可以设定阈值为 1,当 100Hz、200Hz、300Hz 处的能量和与 50Hz 处能量的比值达到或大于 1 时,判定 GIS 内部发生故障。

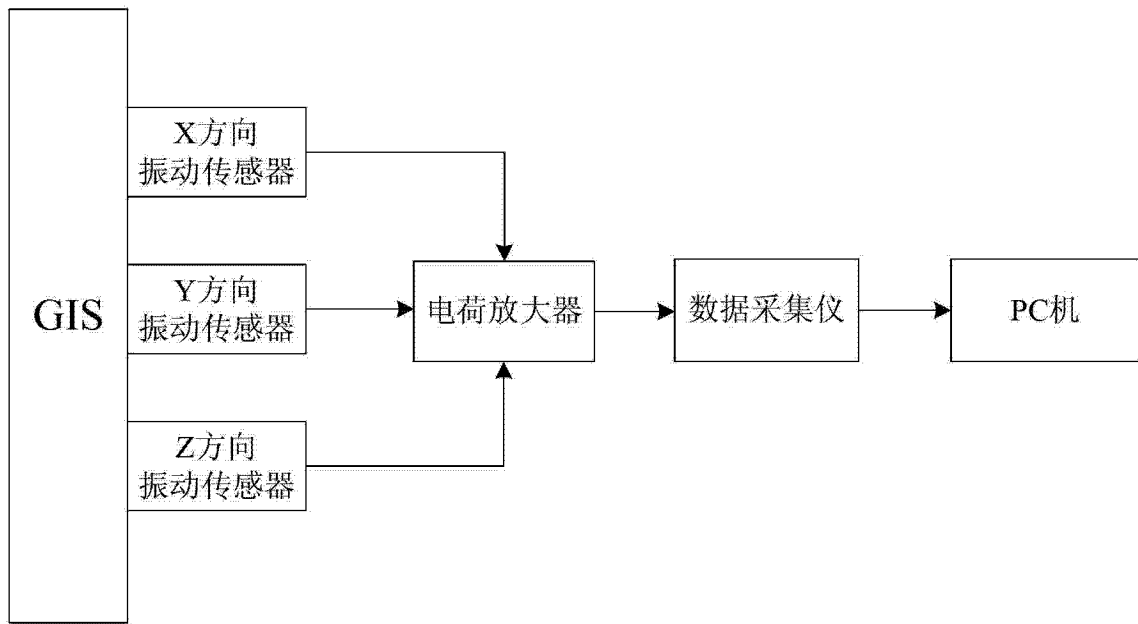


图 1

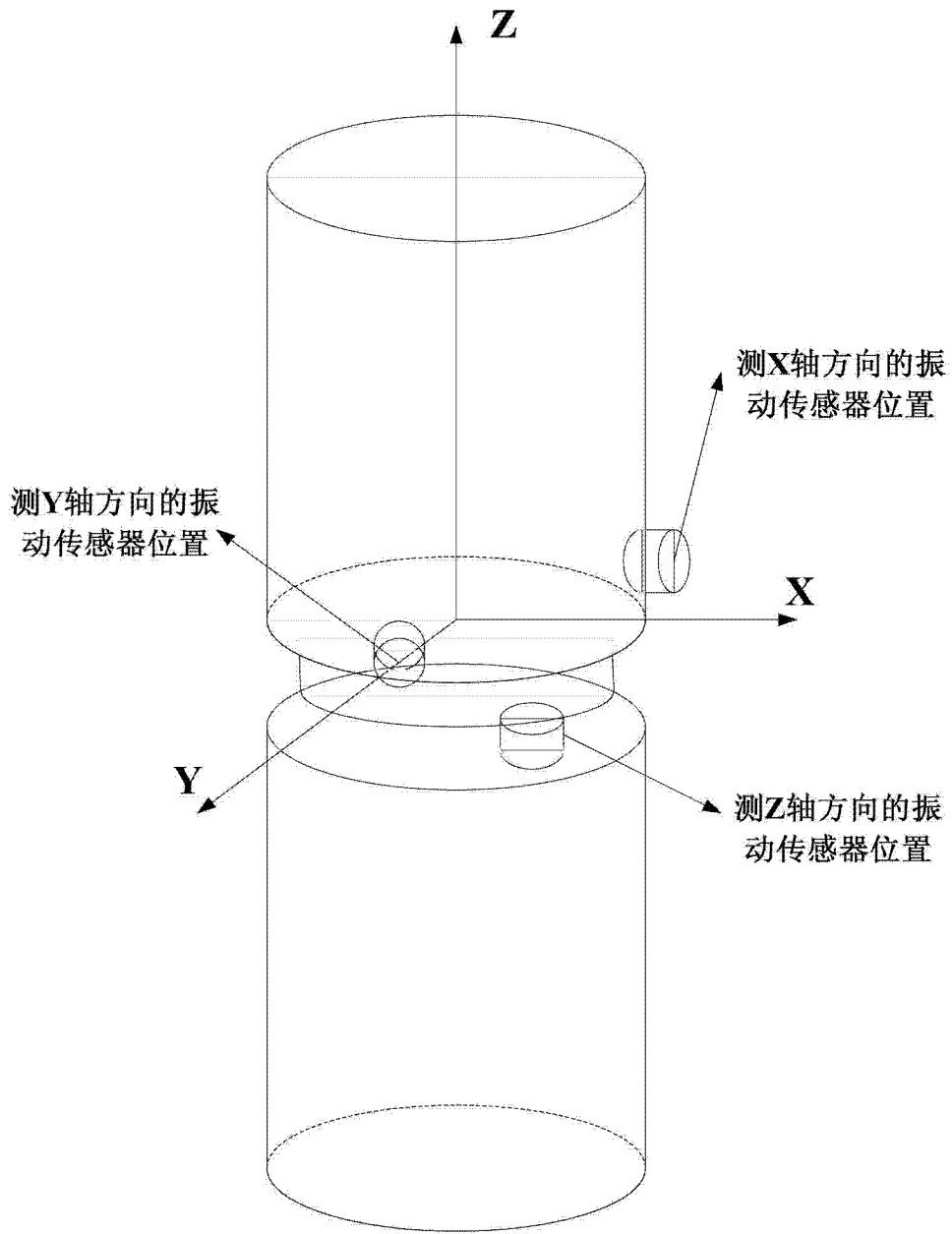


图 2

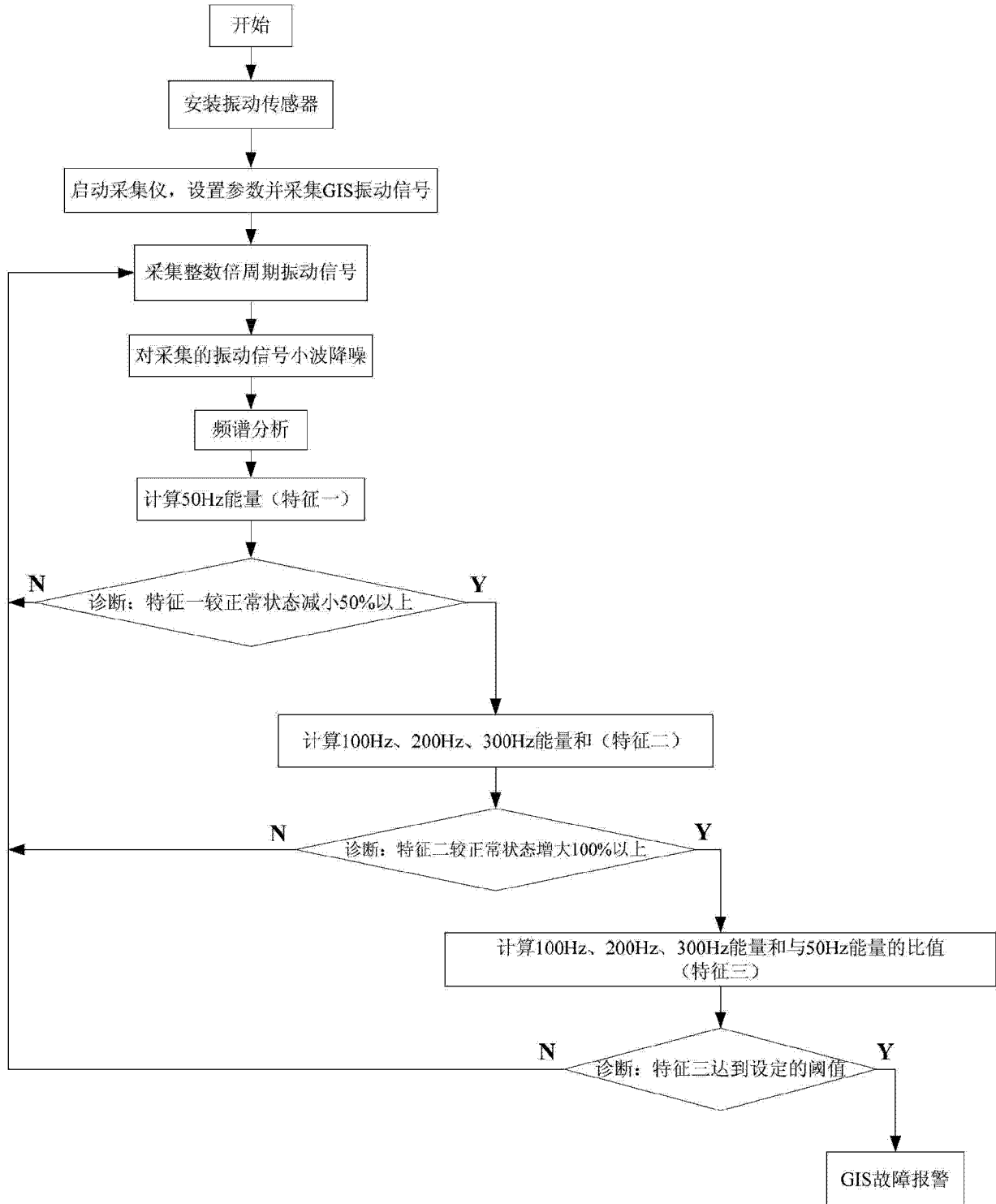


图 3



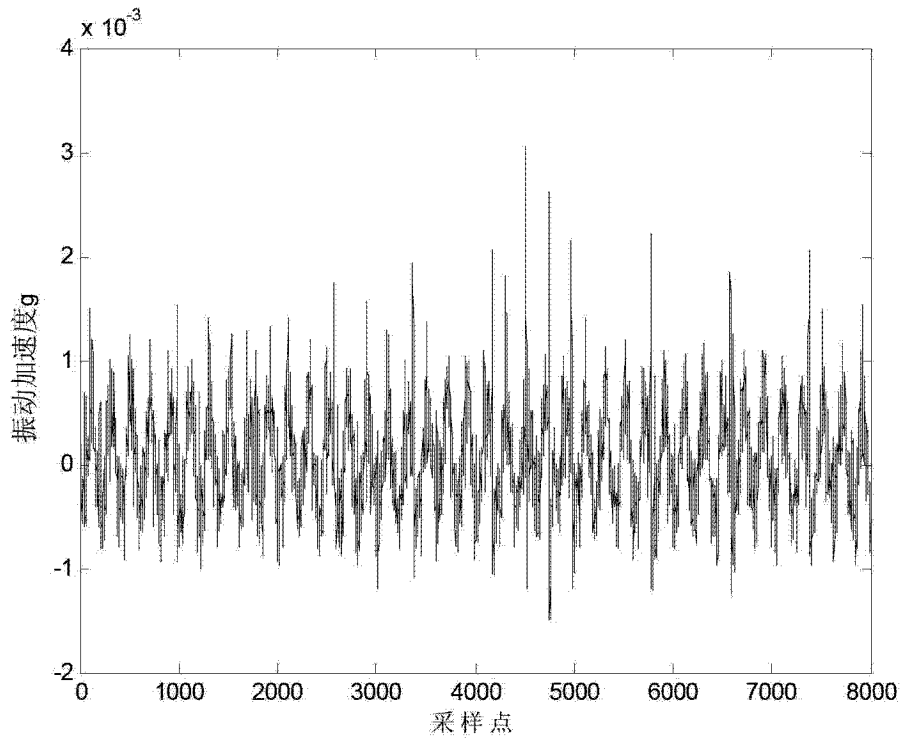


图 4(a)

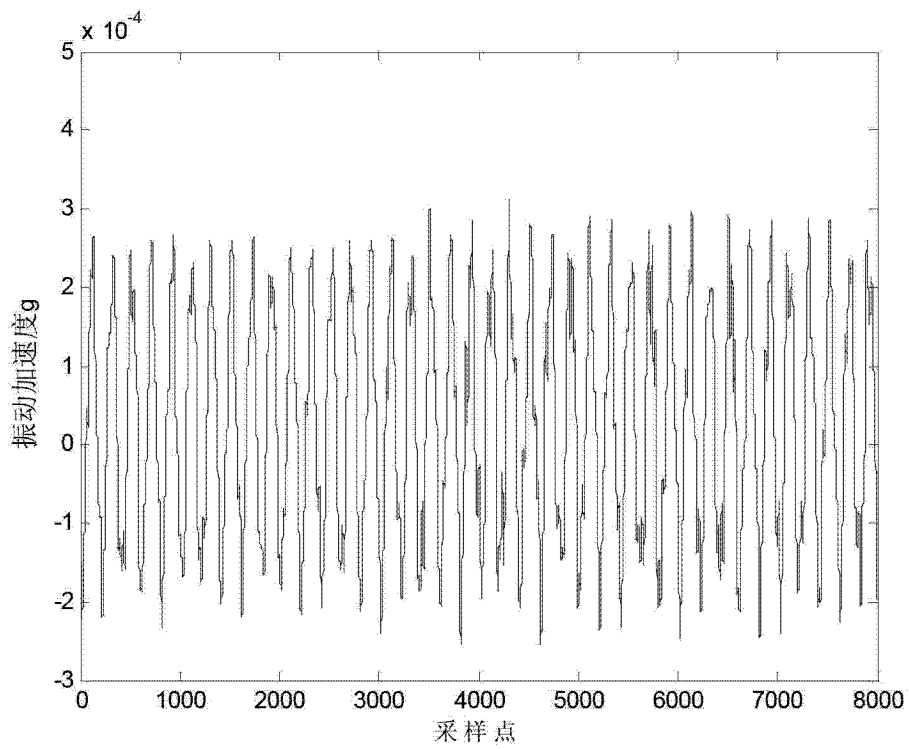


图 4(b)

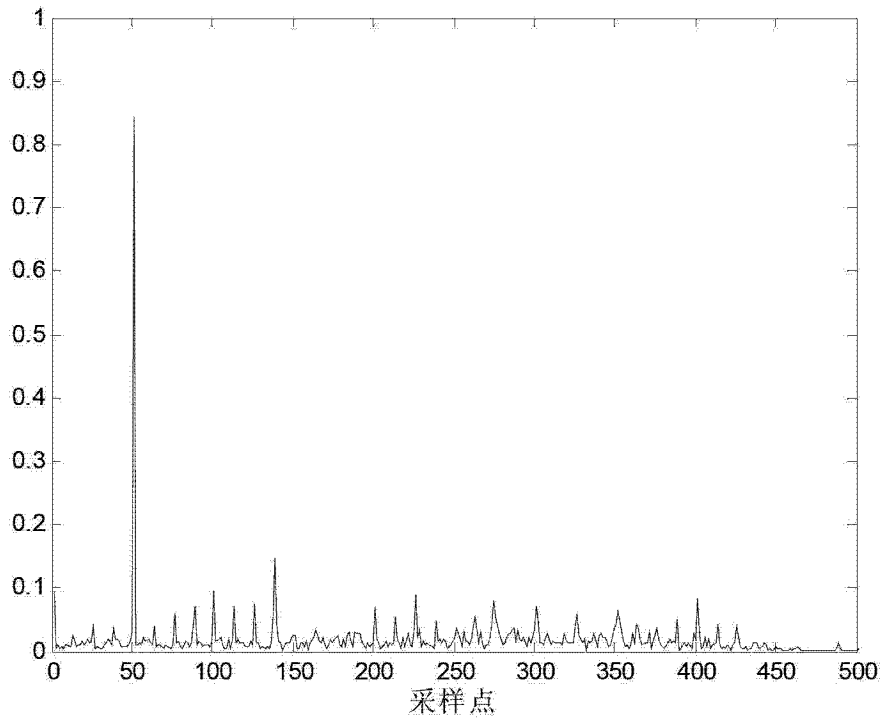


图 5(a)

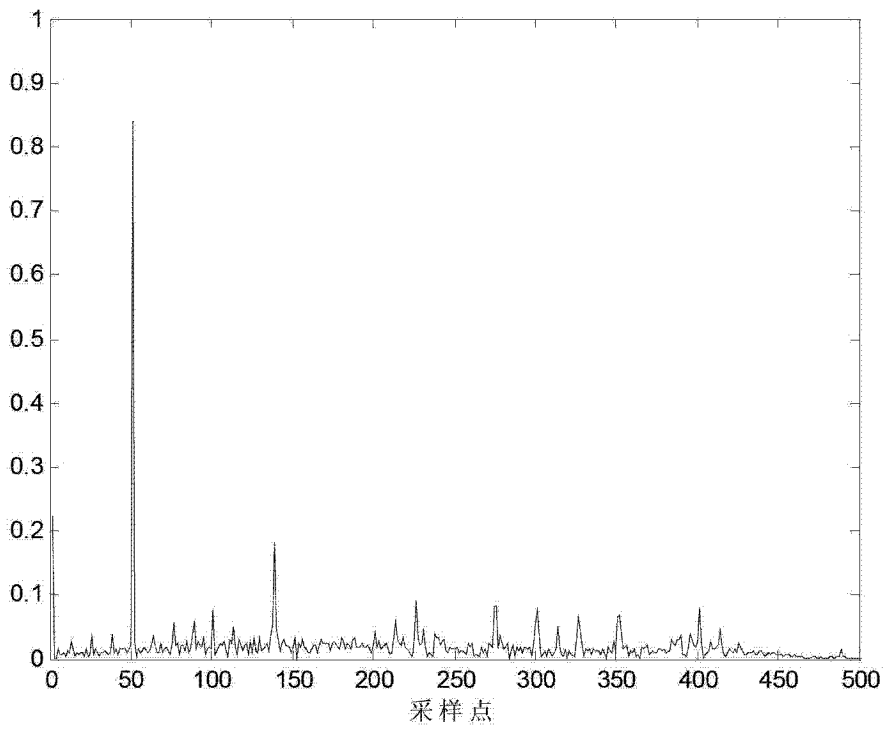


图 5(b)

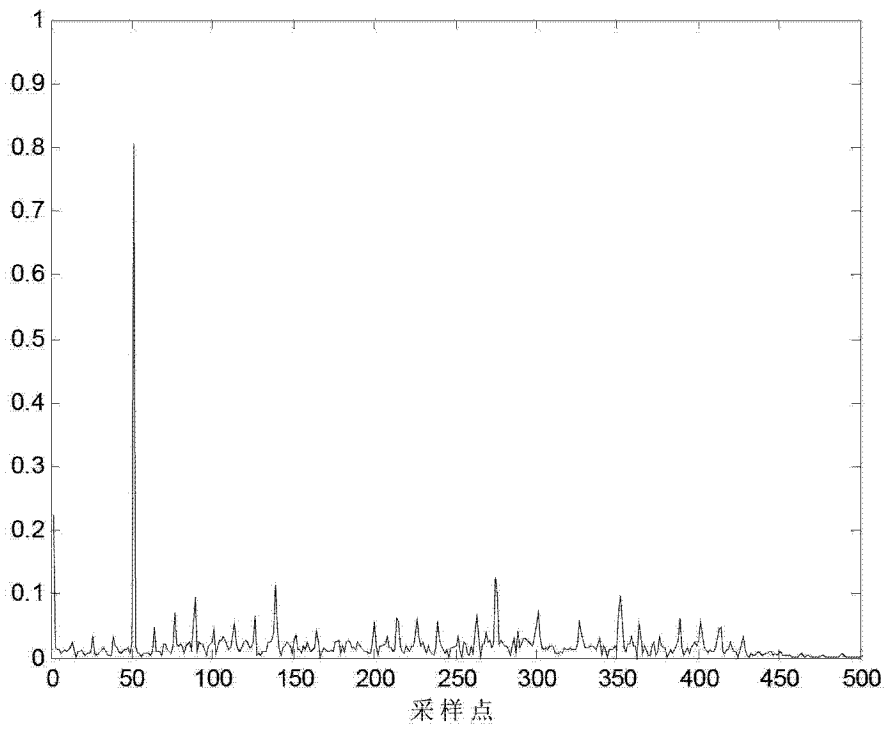


图 5(c)

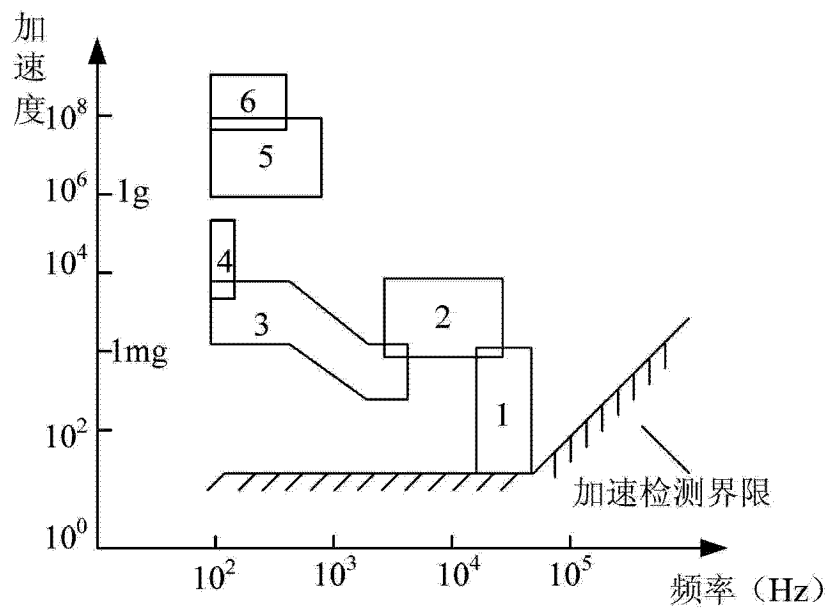


图 6