



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103076168 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 01

(21) 申请号 201310006538. 9

(22) 申请日 2013. 01. 09

(71) 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路
28号

申请人 中国电力科学研究院
河南平高电气股份有限公司

(72) 发明人 王小华 刘定新 荣命哲 郭风帅
李天辉 刘有为 许渊 刘伸展
尹军华 寇新民 张一茗

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务
所（普通合伙） 11350

代理人 汤东凤

(51) Int. Cl.

G01M 13/00 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种断路器机械故障的诊断方法

(57) 摘要

本发明涉及一种断路器机械故障的诊断方法，其特征在于：(1)建立样本断路器振动数据库，所述数据库包含无故障时的断路器振动数据和存在机械故障时断路器振动数据；(2)采集目标断路器的振动信号，并对其进行如下预处理：去除趋势项和噪声；(3)应用短时积分算法对预处理后的振动信号进行分析，提取主要动作点的特征；(4)通过将所述特征与所述数据库中数据进行比较和识别，实现故障诊断。本发明能够利用振动信号和短时积分有效诊断断路器的机械故障。

1. 一种断路器机械故障的诊断方法,其特征在于:

(1) 建立样本断路器振动数据库,所述数据库包含无故障时的断路器振动数据和存在机械故障时断路器振动数据;

(2) 采集目标断路器的振动信号,并对其进行如下预处理:去除趋势项和噪声;

(3) 应用短时积分算法对预处理后的振动信号进行分析,提取主要动作点的特征;

(4) 通过将所述特征与所述数据库中数据进行比较和识别,实现故障诊断。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过以下方式中的一种或其组合来建立所述振动数据库:

(1) 调节样本断路器的不同构件,尽可能模拟断路器各种故障情况,并采集此时的振动信号,通过对对其进行短时积分算法分析,提取各种故障情况下主要动作点的时间和强度参数;

(2) 一方面,采集某样本断路器在实际运行中的振动信号,并应用短时积分算法获取实际运行中短时积分波形;另一方面,采用仿真分析手段,建立某样本断路器的模型,通过多次修改所述模型中某些构件的尺寸、质量参数,使得所述模型的碰撞时刻和碰撞强度多次发生变化,直至碰撞时刻和碰撞强度与所述实际运行中短时积分波形相吻合,从而得到故障类型;

(3) 以实际运行中的断路器为样本断路器,当其出现故障需要检修时,在检修的同时,采集该断路器分合闸的振动信号,并应用短时积分算法获取其故障短时积分波形,将最终检修确定的故障类型与该故障短时积分波形关联。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,短时积分算法采用如下方式获得最终短时积分结果 S(n):

(1) 首先,计算得到 T(n):

$$T(n) = \sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{x(i+j-M-k) + x(i+j-M)}{2} * k * w(j), \text{其中:}$$

$T(n)$ 为某一时间段 N 内的振动信号进行积分的积分值, $x(i)$ 为振动信号序列, $i=1 \sim N$; $w(j)$ 为窗函数, $j=1:M$, M 为窗函数长度; k 为 $x(i+j-M-k)$ 与 $x(i+j-M)$ 两点间的间隔距离, $k=1 \sim N-M$;

(2) 其次,计算得到 Z(i):

$$Z(i) = T(i) - W = T(i) - \frac{T(n)}{n}, \text{其中:} W \text{ 为该时间段 N 内振动信号幅值的平均值;}$$

(3) 再次,以 Z(i) 代替 X(i),计算得到最终短时积分结果 S(n):

$$S(n) = \sum_{-\infty}^{+\infty} \frac{z(i+j-M-k) + z(i+j-M)}{2} * k * w(j).$$

4. 根据权利要求1至3任一所述的方法,其特征在于:所述窗函数的选择包括 Hamming 窗函数、Hanning 窗函数、Blackman 窗函数,窗函数长度取 60 至 100。

一种断路器机械故障的诊断方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力系统中高压电器设备的检测领域，尤其适用于电力系统中的中高压断路器故障诊断和运行状态监测。

背景技术

[0002] “十二五”期间国家提出了重点建设特高压和智能电网的目标，这其中中高压断路器是电网建设的重要一个环节，保证其工作的可靠性和安全性对电网的正常运行至关重要。

[0003] 根据 1990-1999 年全国电力系统配电电压等级开关事故的统计，机械原因故障占到总故障类型的 39. 30%。因此对机械状态进行在线监测势在必行。目前断路器机械状态在线监测中较成熟的是对分合闸过程中动触头位移曲线的测量。广泛应用的是在转轴处安装角位移传感器，通过角位移与动触头直线位移之间一一对应的关系，从而反映动触头的位移状态。

[0004] 对位移曲线的监测虽然可以获得行程、分合闸时间、分合闸速度等机械状态信息，但是无法反映断路器动作过程中更多的特征参量。此外，位移曲线也无法反映分合闸时间序列上各种机械状态信息，如连杆碰撞、与缓冲器碰撞、触头碰撞等信息。因而，现有技术难以对操动机构中各个环节进行综合的在线监测，无法准确实现机械故障的判断、预测与定位。以 ABB 针对 GIS 设备故障的统计为例，操动机构故障占到总故障类型的 39. 40%。因此，我们迫切需要寻找一种新的断路器操动机构故障诊断的途径。

发明内容

[0005] 为解决上述一个或多个技术问题，本发明公开了一种断路器机械故障的诊断方法，其特征在于：

- (1) 建立样本断路器振动数据库，所述数据库包含无故障时的断路器振动数据和存在机械故障时断路器振动数据；
- (2) 采集目标断路器的振动信号，并对其进行如下预处理：去除趋势项和噪声；
- (3) 应用短时积分算法对预处理后的振动信号进行分析，提取主要动作点的特征；
- (4) 通过将所述特征与所述数据库中数据进行比较和识别，实现故障诊断。

具体实施方式

[0006] 在本发明的一个实施例中，提供了一种断路器机械故障的诊断方法，该方法包括如下步骤：

- (1) 建立样本断路器振动数据库，所述数据库包含无故障时的断路器振动数据和存在机械故障时断路器振动数据；
- (2) 采集目标断路器的振动信号，并对其进行如下预处理：去除趋势项和噪声；
- (3) 应用短时积分算法对预处理后的振动信号进行分析，提取主要动作点的特征；

(4) 通过将所述特征与所述数据库中数据进行比较和识别,实现故障诊断。

[0007] 就上述实施例而言,其技术思路是通过对目标断路器的振动信号进行处理后,将处理后得到的特征与样本断路器振动数据库中数据进行比较和识别,从而实现故障诊断,所述特征类似于诊断的依据,所述数据库类似于故障病理库。其中,信号的处理主要采用了短时积分算法,另外,为了减少干扰,也辅助采用了预处理:去除趋势项和噪声。至于样本断路器振动数据库的建立,对于本领域技术人员来讲,可以选择的方法很多,理论上来讲,数据库覆盖的故障越全面,样本数据越多,自然技术效果越好。效率最低、但效果最好的方法自然是依据所有断路器类型及其在现实中的所有故障情况,建立数据库,但这几乎是不可能的。后文会提及本发明所倾向的建立数据库的方式。

[0008] 研究表明,断路器振动信号在时间上有较好的分辨性,而振动信号经过短时积分算法处理后,可以更加准确地提取振动事件发生的时间点。

[0009] 所谓趋势项是指,在振动测试中采集到的振动信号数据,由于放大器随温度变化产生的零点漂移、传感器频率范围外低频性能的不稳定以及传感器周围的环境干扰等,往往会偏离基线,甚至偏离基线的大小还会随时间变化。偏离基线随时间变化的整个过程被称为信号的趋势项。也就是说,和噪声类似,趋势项也属于一种干扰。

[0010] 研究发现,由于短时积分算法最明显的特征是在某积分时间段内其曲线类似一个开口向下的抛物线,且只有一个峰值。这样可以将此时间段内的振动信号以类似抛物线的形式表现出,从而具备了具体的可量化的参数来表征此振动信号的特点,如以抛物线尖峰的幅值或(和)时间为参数。如果对断路器某次动作得到的振动信号在整个时间段内进行短时积分分析,则可将断路器振动信号各个尖峰波形以各自抛物线的方式按照时间序列的发展准确地表现出来,进而反映动作过程中各机构的动作情况。

[0011] 当断路器在运行过程中,由于某些部件的缺陷或者失效出现机械故障时,不仅会引起振动冲击事件的时间漂移,还会引起时域波形中一些波峰幅值的变化。因此可将振动信号短时积分处理应用在故障诊断方面。通过对振动信号进行短时积分分析获取其各时间点振动信号的积分波形,然后对积分波形进行分析可得到相应的幅值和峰值时间等信号特征,并与故障信号的特征进行比较识别可以进行故障诊断。

[0012] 正是缘于此,经过大量创造性科研后,才有了上述实施例,用于解决断路器机械故障的诊断。

[0013] 更优的,在另一个实施例中,本发明通过以下方式中的一种或其组合来建立所述振动数据库:

(1) 人为调节样本断路器的不同构件,尽可能模拟断路器各种故障情况,并采集此时的振动信号,通过对其进行短时积分算法分析,提取各种故障情况下主要动作点的时间和强度参数;

(2) 一方面,采集某样本断路器在实际运行中的振动信号,并应用短时积分算法获取实际运行中短时积分波形;另一方面,采用仿真分析手段,建立某样本断路器的模型,通过多次修改所述模型中某些构件的尺寸、质量参数,使得所述模型的碰撞时刻和碰撞强度多次发生变化,直至碰撞时刻和碰撞强度与所述实际运行中短时积分波形相吻合,从而得到故障类型;

(3) 以实际运行中的断路器为样本断路器,当其出现故障需要检修时,在检修的同时,

采集该断路器分合闸的振动信号，并应用短时积分算法获取其故障短时积分波形，将最终检修确定的故障类型与该故障短时积分波形关联。

[0014] 就该实施例而言，上述3种方式均能不同程度的建立所述数据库，区别仅仅在于数据库的规模和容量，反映到技术方面，则是技术效果有所不同，侧重解决的故障有所不同。那么，从这一点上讲，当然是3种方式的结合，是本发明更优的实施例。

[0015] 对于上述方式(1)，其建立所述数据库的技术思路是：一方面，通过人为调整断路器的不同构件，尽量多的“制造”，或者说“模拟”故障情况；另一方面，依然是要利用短时积分算法分析相应故障情况下的信号；

对于上述方式(2)，其建立所述数据库的技术思路是：在某些情况下，通过人为模拟断路器故障较为困难，或者某次断路器采集的振动信号的短时积分波形与正常情况有差异但又与故障数据库中特征不符，难以确定故障类型。那么，这些情况下，可以利用仿真分析来建立所述数据库，通过修改断路器模型中某些构件的尺寸、质量等参数，使碰撞时刻和碰撞强度发生变化；这样不断的修改参数，直至碰撞时刻和碰撞强度的变化与与所述实际运行中短时积分波形特征点波峰时刻及幅值相对应，从而可以明确得到发生故障的类型；

对于上述方式(3)，其建立所述数据库的技术思路是：就地取材，无需模拟故障，无需仿真，当实际运行中的断路器出现故障需要检修时，可以在检修同时测量故障断路器分合闸振振动信号，此种情况获得的故障情况振动信号最为真实，最能体现此种故障的故障特征。当然，所述振动信号也用到短时积分算法。

[0016] 更优的，在另一个实施例中，短时积分算法采用如下方式获得最终短时积分结果 $S(n)$ ：

对所述振动信号进行积分时，由于求积分本身和求面积能联系起来，因此本领域技术人员可以有很多种求积分方式。本发明优选的是一种针对信号波形，通过梯形求积的方式，其采用了如下计算方式，通过获得如下 $T(n)$ 、 $Z(i)$ 来获得最终的 $S(n)$ ：

$$T(n) = \sum_{j=1}^{M-n+1} \frac{x(i+j-M-k) + x(i+j-M)}{2} * k * w(j)$$

$T(n)$ 为短时积分后得到的积分值； $x(i)$ 为振动信号序列， $i=1 \sim N$ ； $w(j)$ 为窗函数， $j=1:M$ ， M 为窗函数长度； k 为梯形求积公式两点间的间隔距离， $k=1 \sim N-M$ 。

[0017] 对某一时间段 N 内的振动信号进行积分，得到 $T(n)$ ；然后减去该时间段内振动信号幅值的平均值 W ，得到 $Z(i)$ ；

$$Z(i) = T(i) - W = T(i) - \frac{T(n)}{n}$$

然后以 $Z(i)$ 代替 $x(i)$ ，应用短时积分公式再进行一次运算，得到最终的短时积分结果 $S(n)$ 。

$$S(n) = \sum_{j=1}^{M-n+1} \frac{z(i+j-M-k) + z(i+j-M)}{2} * k * w(j)$$

[0018] 类似的，对于本领域技术人员而言，应用短时积分算法时选用了窗函数，窗函数的类型可选择多种。

[0019] 更优的,在另一个实施例中,本发明优选如下窗函数:汉明窗(Hamming)、汉宁窗(Hanning)、布莱克曼窗(Blackman)。窗函数选择的窗长,一般取60~100,发明人取60,80,100效果均良好。

[0020] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。