



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106324490 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(21)申请号 201610632448.4

(22)申请日 2016.08.03

(71)申请人 国网天津市电力公司

地址 300010 天津市河北区五经路39号

申请人 国家电网公司

(72)发明人 王伟 王楠 魏菊芳 张鑫 何金

(74)专利代理机构 天津盛理知识产权代理有限公司 12209

代理人 王来佳

(51)Int.Cl.

G01R 31/327(2006.01)

G01M 7/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

变压器有载分接开关机械故障诊断方法

(57)摘要

本发明涉及一种变压器有载分接开关机械故障诊断方法,其技术特点是包括:将振动检测探头贴敷于有载分接开关的箱壁上,捕获分接开关操作过程中产生的振动信号;通过小波包分析技术对振动信号进行能量频带分解,提取信号的频谱特征,从而构成状态特征向量,然后通过信号采集和存储形成特征向量库;利用欧几里德距离函数分析特征向量的变化趋势,对有载分接开关的机械状态进行诊断和评估。本发明能够实时捕获分接开关操作过程中产生的振动信号,提取振动信号中的特征量,并与历史数据进行比对,判断是否出现故障以及故障发展趋势,节约了检修成本,提高了检测效率,可及时有效地发现早期机械故障,避免故障严重化。

1. 一种变压器有载分接开关机械故障诊断方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤1、将振动检测探头贴敷于有载分接开关的箱壁上,捕获分接开关操作过程中产生的振动信号;

步骤2、通过小波包分析技术对振动信号进行能量频带分解,提取信号的频谱特征,从而构成状态特征向量,然后通过信号采集和存储形成特征向量库;

步骤3、利用欧几里德距离函数分析特征向量的变化趋势,对有载分接开关的机械状态进行诊断和评估。

2. 根据权利要求1所述的变压器有载分接开关机械故障诊断方法,其特征在于:所述步骤2的具体实现方法为:

对振动信号进行 j 层小波包分解,得到 2^j 个频率段,定义在某一特定频率段的小波能量为该段小波系数的平方和 E_m :

$$E_m = \sum_k |C_m(k)|^2$$

得到总能量 E_{tot} 的表达式为:

$$E_{tot} = \sum_m \sum_k |C_m(k)|^2 = \sum_m E_m$$

定义某频段的相对小波包能量 p_m :

$$p_m = \frac{E_m}{E_{tot}}$$

定义相对小波包能量特征向量 K_i :

$$K_i = (p_0, p_1, \dots, p_{2^j-1})$$

上式中, $m=0, 1, \dots, 2^j-1$,

最后根据特征向量建立特征向量库。

3. 根据权利要求1所述的变压器有载分接开关机械故障诊断方法,其特征在于:所述步骤3的具体实现方法为:

采用待监测的特征向量 K_T 与标准特征向量库中特征向量 K_i 的距离 $d(K_T, K_i)$ 作为模式判别的依据,如果:

$$d(K_T, K_i) = \min\{d(K_T, K_1), \dots, d(K_T, K_n)\}$$

则将待监测向量的状态归入正常状态,采用如下欧几里德距离函数计算距离:

$$d(K_T, K_i) = \sqrt{\sum_{k=0}^{2^j-1} (p_{T,k} - p_{i,k})^2}$$

式中, j 为小波包分解的层数;

在状态检测过程中,取如下两组数据:一组是待检测时刻的变压器有载分接开关振动数据,用来建立测试数据库,另一组是变压器有载分接开关正常工作时的振动数据,用来建立标准数据库;当欧几里德距离小于某一阈值时,表明测试数据库中特征向量和标准数据库中的特征向量表征同一状态,为正常工作状态,当距离大于某一阈值时,表明该时刻有载分接开关可能出现机械故障。

变压器有载分接开关机械故障诊断方法

技术领域

[0001] 本发明属于变压器高压试验技术领域,尤其是一种变压器有载分接开关机械故障诊断方法。

背景技术

[0002] 有载分接开关是一种为变压器在负载变化时提供恒定电压的开关设备,是变压器中唯一频繁操作的机械与电气结合一体的设备。随着调压次数的增多,有载分接开关的机械故障和电气故障也相应增加,很容易出现烧毁造成变压器停电事故。据有关统计,有载分接开关的机械故障占总故障数量的90%以上。目前,对有载分接开关机械故障的诊断方法主要是停电检修。当有载分接开关运行一定年限或调压次数较多时,需要将有载分接开关的切换芯子从变压器中取出进行检修维护,检查切换机构和组部件的机械状态是否良好。有载分接开关的停电检修往往周期较长,难以及时发现早期的机械故障,经常在停电检修前即发生故障损坏,并且停电检修影响变压器正常运行,需要耗费大量人力、物力和财力。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种变压器有载分接开关机械故障诊断方法,解决停电检修存在的检测周期长、浪费人力财力等问题。

[0004] 本发明解决其技术问题是采取以下技术方案实现的:

[0005] 一种变压器有载分接开关机械故障诊断方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1、将振动检测探头贴敷于有载分接开关的箱壁上,捕获分接开关操作过程中产生的振动信号;

[0007] 步骤2、通过小波包分析技术对振动信号进行能量频带分解,提取信号的频谱特征,从而构成状态特征向量,然后通过信号采集和存储形成特征向量库;

[0008] 步骤3、利用欧几里德距离函数分析特征向量的变化趋势,对有载分接开关的机械状态进行诊断和评估。

[0009] 所述步骤2的具体实现方法为:

[0010] 对振动信号进行 j 层小波包分解,得到 2^j 个频率段,定义在某一特定频率段的小波能量为该段小波系数的平方和 E_m :

$$[0011] E_m = \sum_k |C_m(k)|^2$$

[0012] 得到总能量 E_{tot} 的表达式为:

$$[0013] E_{tot} = \sum_m \sum_k |C_m(k)|^2 = \sum_m E_m$$

[0014] 定义某频段的相对小波包能量 p_m :

$$[0015] p_m = \frac{E_m}{E_{tot}}$$

[0016] 定义相对小波包能量特征向量 K_1 :

[0017] $K_i = (p_0, p_1, \dots, p_{2^{j-1}})$

[0018] 上式中, $m=0, 1, \dots, 2^j-1$,

[0019] 最后根据特征向量建立特征向量库。

[0020] 所述步骤3的具体实现方法为:

[0021] 采用待监测的特征向量 K_T 与标准特征向量库中特征向量 K_i 的距离 $d(K_T, K_i)$ 作为模式判别的依据, 如果:

[0022] $d(K_T, K_i) = \min\{d(K_T, K_1), \dots, d(K_T, K_n)\}$

[0023] 则将待监测向量的状态归入正常状态, 采用如下欧几里德距离函数计算距离:

$$[0024] d(K_T, K_i) = \sqrt{\sum_{k=0}^{2^j-1} (p_{T,k} - p_{i,k})^2}$$

[0025] 式中, j 为小波包分解的层数;

[0026] 在状态检测过程中, 取如下两组数据: 一组是待检测时刻的变压器有载分接开关振动数据, 用来建立测试数据库, 另一组是变压器有载分接开关正常工作时的振动数据, 用来建立标准数据库; 当欧几里德距离小于某一阈值时, 表明测试数据库中特征向量和标准数据库中的特征向量表征同一状态, 为正常工作状态, 当距离大于某一阈值时, 表明该时刻有载分接开关可能出现机械故障。

[0027] 本发明的优点和积极效果是:

[0028] 本发明将振动检测探头贴敷于有载分接开关的箱壁上, 捕获分接开关操作过程中产生的振动信号, 通过数据处理, 提取振动信号中的特征量, 并与历史数据进行比对, 判断是否出现故障以及故障发展趋势, 本发明不需要变压器停电, 也不需要将切换芯子从变压器中取出, 节约了检修成本, 提高了检测效率, 可以及时有效的发现早期机械故障, 避免故障严重化。

具体实施方式

[0029] 以下结合一个实施例对本发明做进一步详述:

[0030] 一种变压器有载分接开关机械故障诊断方法的设计原理为: 由于在有载分接开关出现机械故障后, 其分接转换过程的振动特性将会有明显的改变, 主要表现在不同频率段的振动信号具有不同的衰减或增强现象, 因此, 首先通过小波包分析技术对振动信号进行能量频带分解, 提取信号的频谱特征, 从而构成状态特征向量, 然后通过信号采集和存储形成特征向量库, 分析特征向量的变化趋势即可对有载分接开关的机械状态进行诊断和评估。

[0031] 本发明变压器有载分接开关机械故障诊断方法包括以下步骤:

[0032] 步骤1、将振动检测探头贴敷于有载分接开关的箱壁上, 捕获分接开关操作过程中产生的振动信号。

[0033] 步骤2、通过小波包分析技术对振动信号进行能量频带分解, 提取信号的频谱特征, 从而构成状态特征向量, 然后通过信号采集和存储形成特征向量库。

[0034] 在本步骤中, 通过对振动信号进行 j 层小波包分解, 可以得到 2^j 个频率段, 定义在某一特定频率段的小波能量为该段小波系数的平方和:

$$[0035] E_m = \sum_k |C_m(k)|^2 \quad (m = 0, 1, \dots, 2^j - 1) \quad (1)$$

[0036] 由此可得到总能量的表达式为:

$$[0037] E_{tot} = \sum_m \sum_k |C_m(k)|^2 = \sum_m E_m \quad (m = 0, 1, \dots, 2^j - 1) \quad (2)$$

[0038] 定义某频段的相对小波包能量:

$$[0039] p_m = \frac{E_m}{E_{tot}} \quad (m = 0, 1, \dots, 2^j - 1) \quad (3)$$

[0040] 定义相对小波包能量特征向量:

$$[0041] K_i = (p_0, p_1, \dots, p_{2^j-1}) \quad (4)$$

[0042] 根据特征数据得到表征其状态的特征向量之后,就可以建立特征向量库了。特征向量库具有开放性,而且随着检测数据的增加而增加。

[0043] 步骤3、利用欧几里德距离函数分析特征向量的变化趋势,即可对有载分接开关的机械状态进行诊断和评估。

[0044] 在特征向量库建立以后,就可以进行模式识别的工作了。采用待监测的特征向量 K_T 与标准特征向量库中特征向量 K_i 的距离 $d(K_T, K_i)$ 作为模式判别的依据。若

$$[0045] d(K_T, K_i) = \min\{d(K_T, K_1), \dots, d(K_T, K_n)\} \quad (5)$$

[0046] 也就是说 K_T 与 K_i 最接近,则把待监测向量的状态归入正常状态。距离的计算采用最常见的欧几里德距离函数,计算公式为:

$$[0047] d(K_T, K_i) = \sqrt{\sum_{k=0}^{2^j-1} (p_{T,k} - p_{i,k})^2} \quad (6)$$

[0048] 式中, j 为小波包分解的层数。在状态检测中,一般取两组数据,一组是待检测时刻的变压器有载分接开关振动数据,用来建立测试数据库,一组是变压器有载分接开关正常工作时的振动数据,用来建立标准数据库。

[0049] 当距离矩阵中的欧几里德距离小于某一阈值时,表明测试数据库中特征向量和标准数据库中的特征向量表征同一状态,为正常工作状态,因此欧几里德距离越小越好;当距离大于某一阈值时,表明该时刻有载分接开关可能出现机械故障,可作为故障判断的依据。

[0050] 需要强调的是,本发明所述的实施例是说明性的,而不是限定性的,因此本发明包括并不限于具体实施方式中所述的实施例,凡是由本领域技术人员根据本发明的技术方案得出的其他实施方式,同样属于本发明保护的范围。