



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102566555 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201210033014. 4

(22) 申请日 2012. 02. 10

(71) 申请人 安徽建筑工业学院

地址 230601 安徽省合肥市经济技术开发区
紫云路 292 号

(72) 发明人 高翠云 刘酪 韩茹 栗文静

(51) Int. Cl.

G05B 19/418(2006. 01)

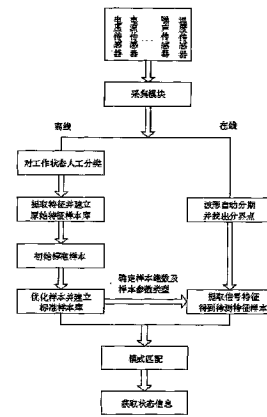
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于模式识别的白色家电工作状态监测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于模式识别的白色家电工作状态监测方法,包括以下步骤:(1) 在线连续采集白色家电正常工作状态时的多参数信号;(2) 离线对工作状态进行人工分类、预处理、特征提取,建立原始特征样本库。其中特征是以电流谐波为主,幅值、相位等参数为辅的多维特征;(3) 离线利用欧式距离算法获取初始标准样本;(4) 离线匹配测试样本与初始标准样本,采用循环搜索法优化特征,建立标准样本库;(5) 在线测试及自动分期,提取信号特征,得到待测样本;(6) 在线将待测样本与标准样本库进行匹配、识别,实现家电状态自动分类。本发明所提供的方法适宜于白色家电在线运行工作状态监测和出厂质检、故障预测及诊断、家电性能优化控制等。



1. 一种基于模式识别的白色家电工作状态监测方法,其特征在于,包括步骤如下:

步骤 1:在线状态下连续采集白色家电正常工作状态时的多参数信号;

步骤 2:在离线状态下对工作状态进行人工分类、预处理、特征提取,建立原始特征样本库;

步骤 3:在离线状态下利用欧式距离算法获取初始标准样本;所述初始标准样本是指训练样本库中任意一个样本到与相同状态的其它样本的距离之和最小的样本;

步骤 4:在离线状态下将测试样本与初始标准样本匹配,根据识别率优化特征生成标准样本,由若干标准样本组成标准样本库;

步骤 5:在线测试及自动分期,提取信号特征,得到待测样本;

步骤 6:在线状态下将待测样本与标准样本库中的标准样本分别进行匹配、识别,实现家电状态自动分类。

2. 根据权利要求 1 所述的白色家电工作状态监测方法,其特征在于,所述步骤 1 中是采用频率跟踪技术对以电力参数为主的白色家电工作状态参数进行采集,即跟踪电网频率进行同步采集。

3. 根据权利要求 1 所述的白色家电工作状态监测方法,其特征在于,步骤 2 中所述人工分类是基于已知设定的程序和工作模式下,通过感官观察及波形对比,把不同特征波形与状态对应起来;所述预处理主要是指对信号进行去噪、过零检测等;所述特征提取是采用时-频域分析的方法对数字信号进行预处理后提取以电流谐波为主,幅值、相位、功率、峰值因数、波形趋势、噪声谱等为辅的多维特征矩阵,该多维特征矩阵为原始特征样本,若干特征样本组成了原始特征样本库。

4. 根据权利要求 1 所述的白色家电工作状态监测方法,其特征在于,步骤 4 中所述标准样本库的建立包括以下具体步骤:

(1) 分离原始特征样本库为训练样本库和测试样本库;所述训练样本库包含所有训练样本,测试样本库包含所有测试样本,并且分成若干个等数量的样本组;

(2) 通过欧式距离法从训练样本中训练得到初始标准样本,由若干初始标准样本组成初始样本库;

(3) 对所有测试样本组与初始标准样本进行基于相关的匹配测试,计算每个测试样本组的识别率及所有组的平均识别率;

(4) 采取循环搜索法优化特征,搜索包含所有特征组合;

(5) 选择平均识别率最高且大于或等于特定值 S 的特征组合作为优化特征,所述特定值 $S \in [0.95, 1)$;如果最高平均识别率小于 S ,则改变或增加新特征,重复所述步骤 (4),直至平均识别率达到或大于 S 为止,确定标准样本的维数及特征参数,形成优化特征;

(6) 建立相对最优标准样本与 ID 识别码即工作状态编码的对应关系,生成标准样本库。

5. 根据权利要求 1 所述的白色家电工作状态监测方法,其特征在于,步骤 5 中所述获取待测样本包括以下具体步骤:

(1) 对在线获取的被测信号进行基于优化特征的特征提取;

(2) 利用相似度原理对相邻两波形进行在线自动分期。

6. 根据权利要求 1 所述的白色家电工作状态监测方法,其特征在于,所述步骤 6 是利用

互相关的方法对待测样本与标准状态样本库进行匹配,找出相对应的 ID 识别码,确定工作状态类别。

基于模式识别的白色家电工作状态监测方法

[技术领域]

[0001] 本发明涉及白色家电领域,具体涉及一种利用模式识别的方法处理和分析白色家电的工作状态。适用于家电的健康状况监测、家电综合性能质检、网络家电等。

[背景技术]

[0002] 白色家电作为替代人们家务劳动和改善生活环境提高物质生活水平的电器得到了人们更多的关注,而白色家电智能化将成为白色家电的发展趋势。

[0003] 目前,白色家电网络化功能主要体现在远程控制或通信功能上,其远程故障诊断及服务功能相对较弱;此外,家电出厂检测时往往是对单一功能逐项检测,对整机综合功能检测缺乏有效的手段。对家电的工作状态进行实时监测是解决上述问题必须攻克的关键技术。

[发明内容]

[0004] 本发明要解决的技术问题是克服现有技术的不足,提供一种基于模式识别的白色家电工作状态监测方法。

[0005] 本发明采用的技术方案是,一种基于模式识别的白色家电工作状态监测方法,包括步骤如下:

[0006] 步骤 1:在线状态下连续采集白色家电正常工作状态时的多参数信号;

[0007] 步骤 2:在离线状态下对工作状态进行人工分类,预处理,特征提取,建立原始特征样本库;

[0008] 步骤 3:在离线状态下利用欧式距离算法获取初始标准样本;所述初始标准样本是指训练样本库中任意一个样本到与相同状态的其它样本的距离之和最小的样本;

[0009] 步骤 4:在离线状态下将测试样本与初始标准样本匹配,根据识别率优化特征生成标准样本,由若干标准样本组成标准样本库;

[0010] 步骤 5:在线测试及自动分期,提取信号特征,得到待测样本;

[0011] 步骤 6:在线状态下将待测样本与标准样本库中的标准样本分别进行匹配、识别,实现家电状态自动分类。

[0012] 作为优选,上述步骤 1 中是采用频率跟踪技术对以电力参数为主的白色家电工作状态参数进行采集,即跟踪电网频率进行同步采集。

[0013] 作为优选,步骤 2 中所述人工分类是基于已知设定的程序和工作模式下,通过感官观察及波形对比,把不同特征波形与状态对应起来;所述预处理主要是指对信号进行去噪、过零检测等;所述特征提取是采用时-频域分析的方法对数字信号进行预处理后提取以电流谐波为主,幅值、相位、功率、峰值因数、波形趋势、噪声谱等为辅的多维特征矩阵,该多维特征矩阵为原始特征样本,若干特征样本组成了原始特征样本库。

[0014] 作为优选,步骤 4 中所述标准样本库的建立包括以下具体步骤:

[0015] (1) 分离原始特征样本库为训练样本库和测试样本库;所述训练样本库包含所有

训练样本,测试样本库包含所有测试样本,并且分成若干个等数量的样本组;

[0016] (2) 通过欧式距离法从训练样本中训练得到初始标准样本,由若干初始标准样本组成初始样本库;

[0017] (3) 对所有测试样本组与初始标准样本进行基于相关的匹配测试,计算每个测试样本组的识别率及所有组的平均识别率;

[0018] (4) 采取循环搜索法优化特征,搜索包含所有特征组合;

[0019] (5) 选择平均识别率最高且大于或等于特定值 S 的特征组合作为优化特征,所述特定值 $S \in [0.95, 1)$;如果最高平均识别率小于 S ,则改变或增加新特征,重复步骤(4),直至平均识别率达到或大于 S 为止,确定标准样本的维数及特征参数,形成优化特征;

[0020] (6) 建立相对最优标准样本与 ID 识别码即工作状态编码的对应关系,生成标准样本库。

[0021] 作为优选,步骤 5 中所述获取待测样本包括以下具体步骤:

[0022] (1) 对在线获取的被测信号进行基于优化特征的特征提取;

[0023] (2) 利用相似度原理对相邻两波形进行在线自动分期。

[0024] 作为优选,上述步骤 6 是利用互相关的方法对待测样本与标准状态样本库进行匹配,找出相对应的 ID 识别码,确定工作状态类别。

[0025] 本发明的有益效果是:

[0026] 1、实时监测家电工作状态,为网络家电故障预测及故障诊断提供基础数据,为家电综合性能检测及评价提供服务。

[0027] 2、基于本发明提出的方法,可实时分析控制模式对能耗、噪声的关键参数的影响,从而优化程序最终优化家电性能(如节能降噪)。

[0028] 3、具有对大部分功率型低压电器尤其是白色家电的通用性。

[附图说明]

[0029] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0030] 图 1 基于模式识别的白色家电工作状态监测方法流程图。

[0031] 图 2 家电工作序列图。

[0032] 图 3 优化样本维数建立标准样本库流程图。

[0033] 图 4 所采集不同类型家电不同状态的电流波形图;

[0034] 其中,4-1 为某型号空调工作状态 1 的电流波形图;

[0035] 4-2 为某型号空调工作状态 2 的电流波形图;

[0036] 4-3 为某型号洗衣机工作状态 1 的电流波形图;

[0037] 4-4 为某型号洗衣机工作状态 2 的电流波形图;

[0038] 4-5 为某型号微波炉工作状态 1 的电流波形图;

[0039] 4-6 为某型号微波炉工作状态 2 的电流波形图;

[0040] 4-7 为某型号微波炉工作状态 3 的电流波形图;

[0041] 4-8 为某型号微波炉工作状态 4 的电流波形图;

[0042] 4-9 为某型号微波炉工作状态 5 的电流波形图;

[0043] 4-10 为某型号微波炉工作状态 6 的电流波形图。

[0044] 图 5 所采集到的微波炉不同工作状态下的电流电压波形对比图。

[0045] 图 6 某型号微波炉状态 6 的识别结果对比图。

[具体实施方式]

[0046] 如图 1 所示,基于模式识别的白色家电工作状态监测方法包括下列步骤:

[0047] 步骤 1:利用频率跟踪技术采集被测白色家电工作状态参数信息。我国电网标准频率为 $50\text{Hz} \pm 0.2\text{Hz}$ 。为保证单周期 N 点 (128 点) 的同步采样,采用 N 倍频频率跟踪技术采集电压、电流参数。温度变化缓慢,采用低频进行采样。噪声频率较高,采用高频采样技术对其进行采集。

[0048] 步骤 2:工作状态分类是在离线状态下人工分类完成的。离线人工分类,首先根据程序设定模式下的状态-维持时间-序列关系 (如图 2 所示),借助人的感官观察由程序控制下的家电工作状态外特征,包括振动 (如洗衣机)、噪声 (如洗衣机、冰箱)、温度 (空调) 的变化。其次,离线对自动测试设备采集到的家电工作状态的电压、电流、温度、噪声等参数连续波形变化进行波形图型特征分析。再次,通过已知的程序设定家电工作状态变化与所观察到的波形进行时间对比。通过大量实验统计结果得到若干典型波形分别代表对应的工作状态,每一种状态选取数百组样本波形,建立工作状态原始样本库,每一个原始样本波形周期数目相等。

[0049] 步骤 3:提取信号特征建立原始特征样本库。由图 4 中 4-1、4-2、4-3、4-4、4-5、4-6、4-7、4-8、4-9、4-10 所示,不同类型的家电对应的波形不相同,又由图 5 可知,同类型家电不同工作状态对应的波形也不相同。所以可以根据波形特征来区分不同类型家电的不同工作状态。考虑到波形在时域和频域上包含了丰富的特征信息,采用时-频域混合分析法对波形进行分析。经过大量实验,本发明提取包括以电流谐波为主,幅值、相位、功率、峰值因数、波形趋势、噪声谱等为辅的特征参数样本,并建立原始特征样本库。对于谐波特征选择,取最大的 10 个谐波分量和总畸变率作为特征。

[0050] 步骤 4:选择初始标准样本。采用欧式距离法从训练样本库中获取初始标准样本库,每一类状态选择一个初始标准样本,该样本是所有同类样本中与其他样本距离之和最小的样本。

[0051] 步骤 5:优化样本维数建立标准样本库。其中标准样本库建立流程如图 2 所示。

[0052] 如图 3 所示,优化样本维数包括如下具体步骤:

[0053] (1) 由步骤 2 中计算得到 n 个原始波形样本,经预处理如去噪、过零点检测等进行特征提取。特征提取后得到 n 个原始特征样本,n 特征样本中有 m 个训练样本和 (n-m) 个测试样本。

[0054] (2) 通过欧式距离法从训练样本库中建立初始标准样本库。

[0055] (3) 对测试样本与初始标准样本进行基于相关的匹配测试,计算识别率;

[0056] (4) 采取循环搜索法优化特征。对有限维特征采用全维、组合式降维、单特征等分别匹配。

[0057] (5) 选择平均识别率最高且大于等于 0.99 的特征组合作为优化特征,如果最高识别率小于 0.99,则改变或增加新特征,重复步骤 (4),直至识别率大于等于 0.99 为止,确定标准样本的维数及特征参数,形成优化特征;

[0058] (6) 建立相对最优标准样本与 ID 识别码即工作状态编码的对应关系,生成标准样本库;

[0059] 步骤 6:工作波形在线自动分期。在家电运行状态下采集并实时计算相邻两个波形的相关性,确定状态分界点。具体步骤如下:

[0060] (1) 以 N 个点为一个周波,连续采集第一个周波存放在临时数组 $a[N]$ 中,第二个周波存放在临时数组 $b[N]$ 中。

[0061] (2) $a[N]$ 与 $b[N]$ 进行相关运算,根据所得到的相关系数判断这相邻两个数组所表示的波形的相似程度,然后对 $a[N]$ 清零。

[0062] (3) 第三个周波以 $2N+1$ 点为起点后的 N 点存于数组 $a[N]$ 中与前一周期采集信号存放的数组 $b[N]$ 计算相关性,对数组 $b[N]$ 清零。

[0063] (4) 重复前述步骤 (1)、步骤 (2) 和步骤 (3)。当相邻两个波形的自相关系数呈现骤减趋势且达到相对最小又开始呈现骤增趋势时跳出循环,并将当前周波对应时刻确定为状态分界点。

[0064] 5、将所述分界点周波为相对时间基准,选择其前及后对称相邻的第 1 或者 $k(k \geq 1)$ 个整周波波作为过渡态(根据不同家电的不同状态变化快慢的统计规律确定 k 值),相邻两个过渡态之间的连续波形为稳定状态。

[0065] 6、实时记录过渡态或者稳定状态的起始、结束样点序列号,乘以采样间隔,得到过渡或稳定状态的运行时间。按序排列,形成连续的状态-时序图(此时尚未得到状态 ID)。至此,实现波形自动分期。

[0066] 步骤 7:根据步骤 6 得到稳定状态波形,选择时间为中间点的 4 个连续波形进行预处理、优化特征提取,作为待测样本存入数组。

[0067] 步骤 8:模式匹配。利用互相关的方法计算待测样本与标准样本库匹配度。即将待测样本与标准样本库所有样本一一相关匹配,寻找相关度最大者为匹配状态。

[0068] 步骤 9:根据匹配度得出标准样本库中与之匹配的状态 ID 识别码,确定被测状态。如图 6 所示为某型号微波炉工作状态 6 的识别结果,由柱状图中可以看出, ID6 对应的柱状图最接近 1。

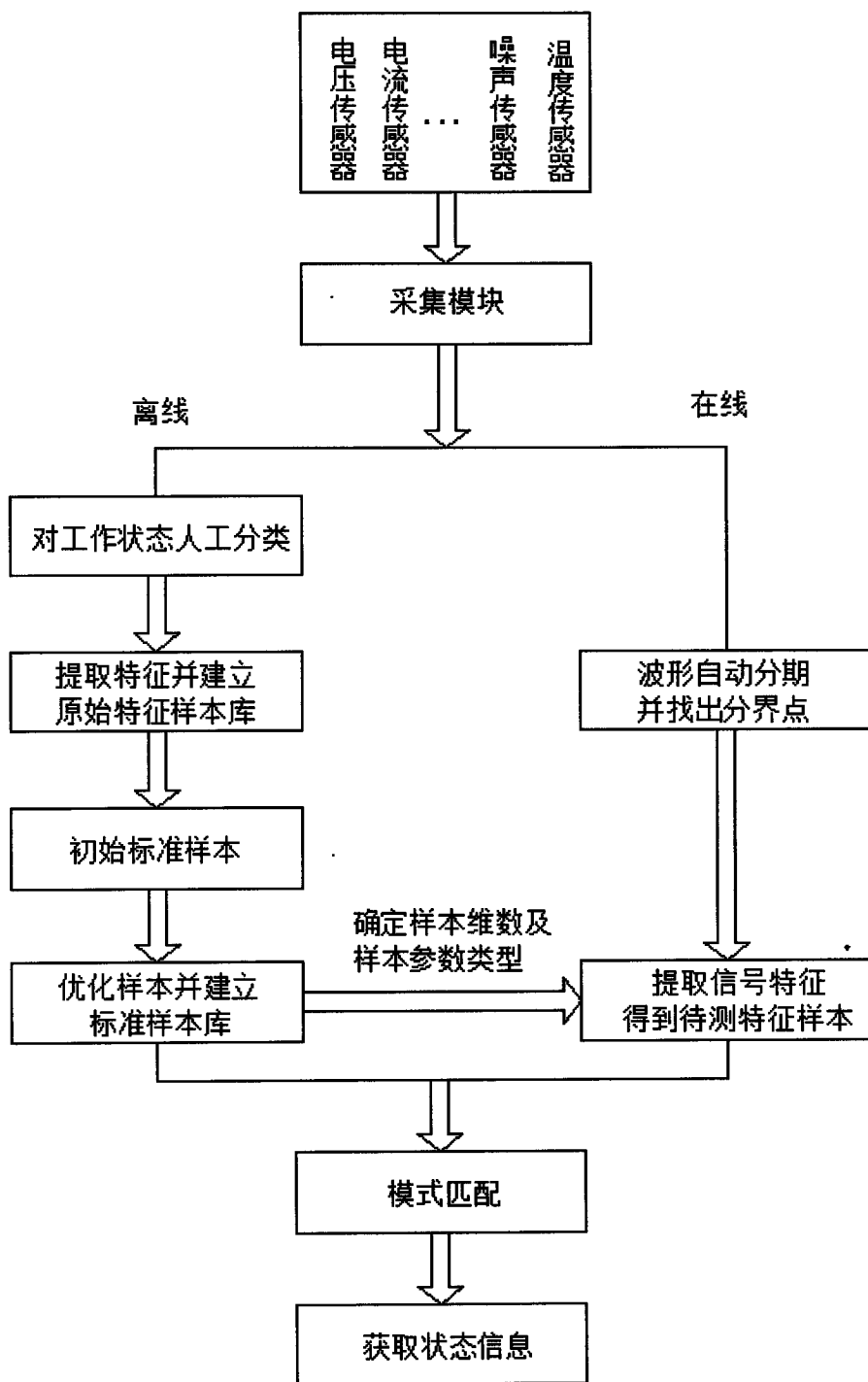


图 1

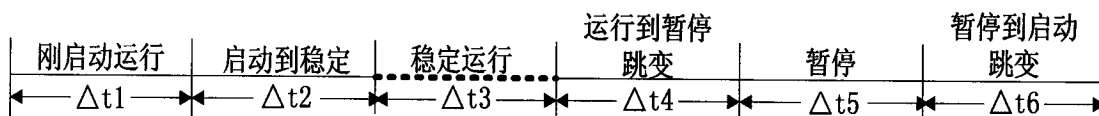


图 2

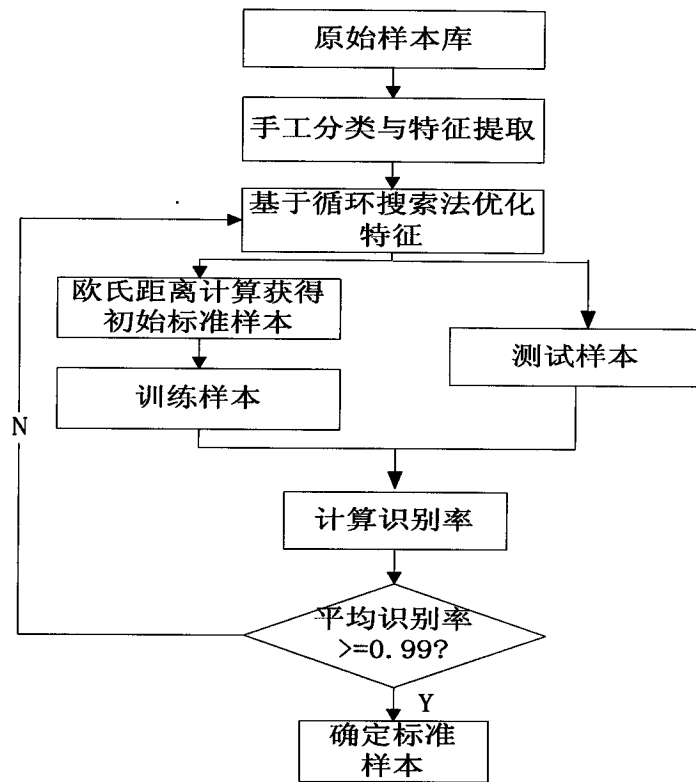


图 3

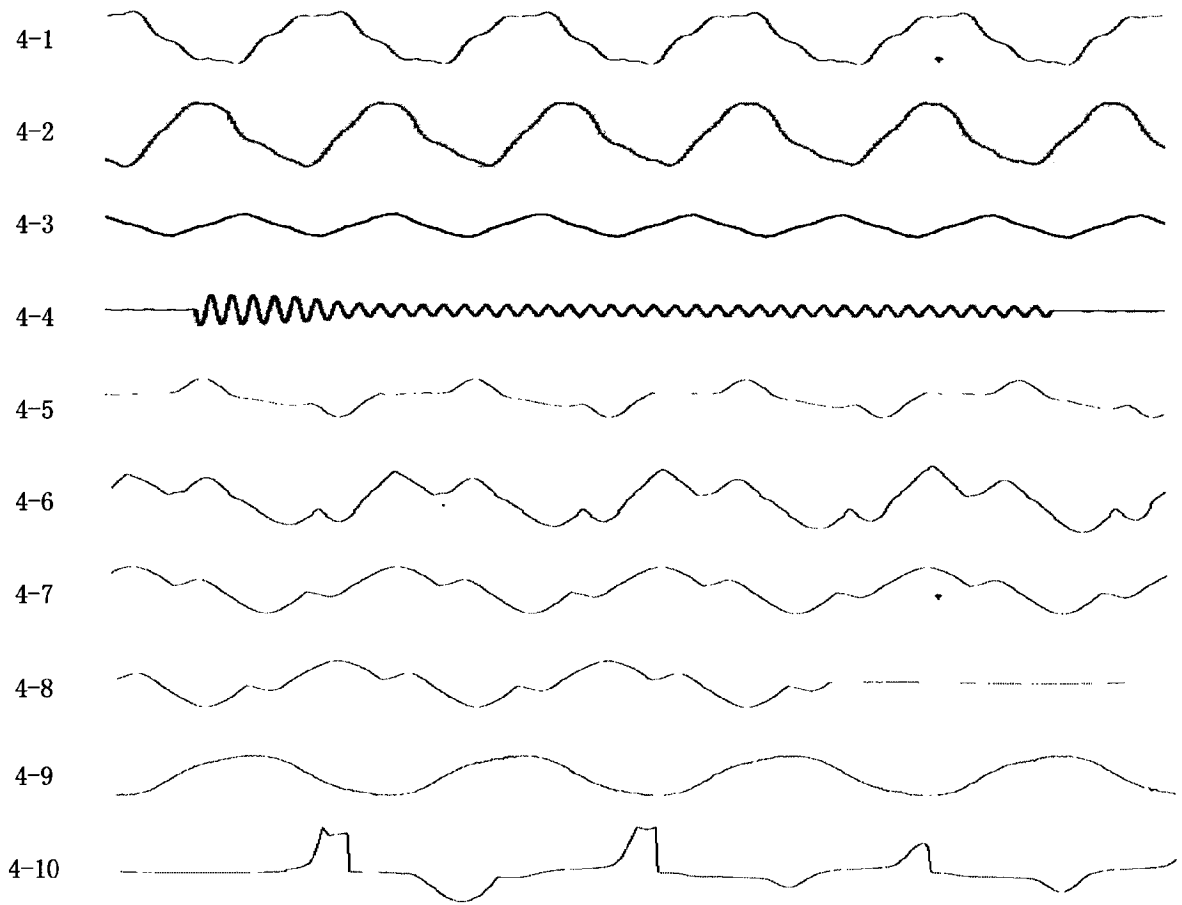


图 4

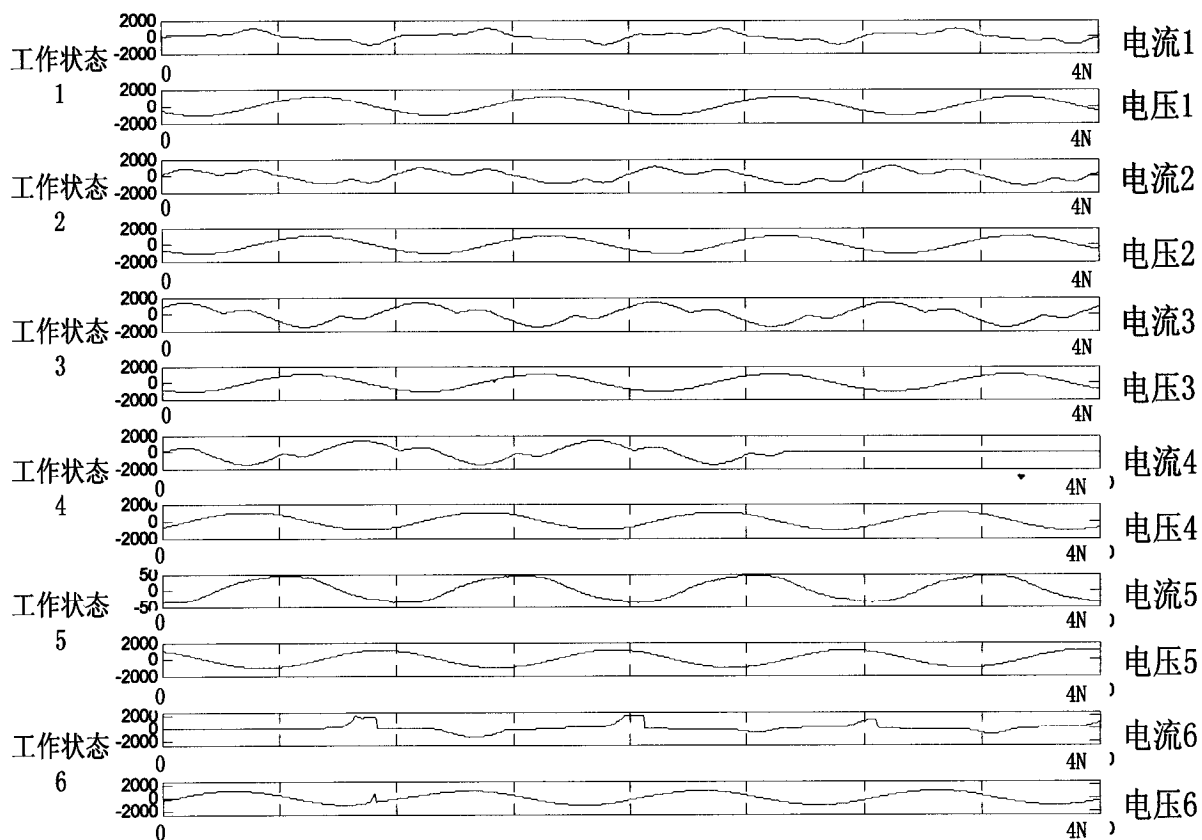


图 5

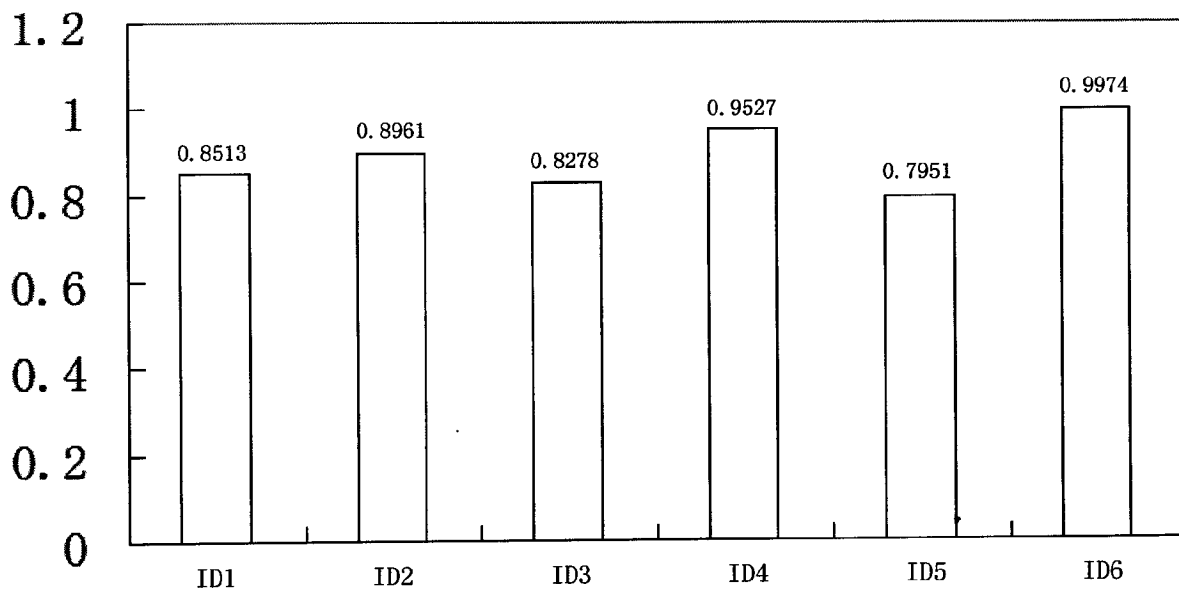


图 6