

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 5 月 21 日 (21.05.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/070513 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 31/12 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/000766
- (22) 国际申请日: 2014 年 8 月 13 日 (13.08.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310566573.6 2013 年 11 月 14 日 (14.11.2013) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100000 (CN)。 国网甘肃省电力公司 (STATE GRID GANSU ELECTRIC POWER CORPORATION) [CN/CN]; 中国甘肃省兰州市城关区北滨河东路 8 号, Gansu 730000 (CN)。 国网甘肃省电力公司电力科学研究院 (STATE GRID GANSU ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国甘肃省兰州市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。
- (72) 发明人: 张广东 (ZHANG, Guangdong); 中国甘肃省兰州市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。 温定筠 (WEN, Dingjun); 中国甘肃省兰州

市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。 吕景顺 (LV, Jingshun); 中国甘肃省兰州市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。 孙亚明 (SUN, Yaming); 中国甘肃省兰州市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。 张世才 (ZHANG, Shicai); 中国甘肃省兰州市城关区北滨河东路 8 号, Gansu 730000 (CN)。 毛光辉 (MAO, Guanghui); 中国甘肃省兰州市城关区北滨河东路 8 号, Gansu 730000 (CN)。 王晓飞 (WANG, Xiaofei); 中国甘肃省兰州市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。 胡春江 (HU, Chunjiang); 中国甘肃省兰州市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。 张凯 (ZHANG, Kai); 中国甘肃省兰州市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。 王维洲 (WANG, Weizhou); 中国甘肃省兰州市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。 郭光焰 (GUO, Guangyan); 中国甘肃省兰州市七里河区西津东路 648 号, Gansu 730050 (CN)。 曹银利 (CAO, Yinli); 中国甘肃省兰州市城关区北滨河东路 8 号, Gansu 730000 (CN)。

- (74) 代理人: 北京中恒高博知识产权代理有限公司 (BEIJING CHINAGOURB INTELLECTUAL PROP-

[见续页]

(54) Title: PATTERN RECOGNITION METHOD FOR PARTIAL DISCHARGE OF THREE-PHASE IN ONE ENCLOSURE TYPE ULTRAHIGH VOLTAGE GIS

(54) 发明名称: 一种三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法

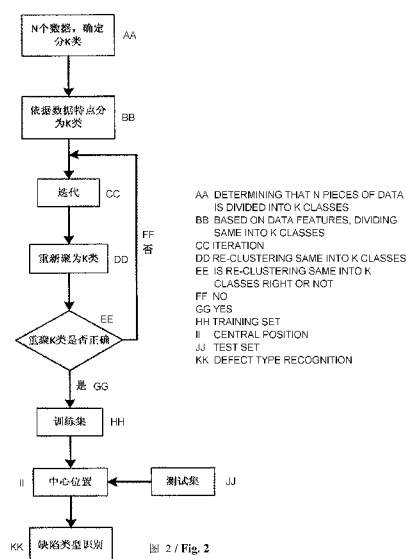


图 2 / Fig. 2

(57) Abstract: A pattern recognition method for a partial discharge of a three-phase in one enclosure type ultrahigh voltage GIS. The method comprises the steps as follows: detecting a partial discharge of a three-phase in one enclosure type GIS using an ultrahigh frequency, and sampling a partial discharge signal using a UHF sensor; conducting noise elimination processing on the collected partial discharge signal using an improved wavelet threshold filtering method, so as to obtain a real partial discharge signal; extracting feature parameters of the sampled signal through an algorithm based on a phase analysis pattern; conducting dimension reduction processing on a feature space composed of the feature parameters using an improved kernel principal component analysis method, so as to obtain a feature parameter matrix subjected to the dimension reduction; and conducting pattern recognition on an insulation defect type of the GIS using a K-nearest neighbour classification algorithm based on a cluster idea. The pattern recognition method for a partial discharge of a three-phase in one enclosure type ultrahigh voltage GIS can overcome the defects of less functions, a small scope of application and poor accuracy in the prior art, thereby realizing the advantages of more functions, a wide scope of application and good accuracy.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2015/070513 A1

ERTY AGENT LTD.); 中国北京市朝阳区东土城路 8 号林达大厦 A 座 23 层 A 室, Beijing 100013 (CN)。

(81) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法, 包括步骤: 采用超高频检测三相共筒式 GIS 局部放电, 利用 UHF 传感器对局部放电信号采样; 利用改进的小波阈值滤波方法对采集到的局部放电信号进行消噪处理, 得到真实的局部放电信号; 通过基于相位分析模式算法提取采样信号的特征参数; 利用改进的核主成分分析法对特征参数组成的特征空间进行降维处理, 得到降维后的特征参数矩阵; 利用基于簇思想的 K 近邻分类法对 GIS 绝缘缺陷类型进行模式识别。所述三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法, 可以克服现有技术中功能少、适用范围小和准确性差等缺陷, 以实现功能多、适用范围广和准确性好的优点。

一种三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法

技术领域

本发明涉及高压电放电识别技术领域，具体地，涉及一种三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法。

背景技术

气体绝缘开关设备（Gas Insulated Switchgear，简称 GIS）是特高压电网中的重要组成设备之一，它将一座变电站中的断路器、电流互感器、电压互感器、避雷器、隔离开关、接地开关、母线、电缆终端、进出线套管等优化设计后分别装在各自密封间中最后集中组装在一个充以 SF₆ 作为绝缘介质的整体外壳中。

GIS 内部影响绝缘介质性能的缺陷主要有：严重的安装错误、导体之间接触不良、高压导体突出物、固定微粒、绝缘子缺陷、蒸气等。

GIS 的发展趋于三相共筒化、复合化和智能化，由于实现了小型化，可在工厂内进行整机装配和试验合格后以间隔的形式运达现场，因此可缩短现场安装工期，同时可靠性又得到了提高。

三相共筒式 GIS 在内部结构，电场分布等方面与共轴式 GIS 有着明显的不同，现有技术研究主要集在共轴式 GIS，但对于三相共筒式超高压 GIS 局部放电检测模式识别的研究较少。

在实现本发明的过程中，发明人发现现有技术中至少存在功能少、适用范围小和准确性差等缺陷。

发明内容

本发明的目的在于，针对上述问题，提出一种三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法，以实现功能多、适用范围广和准确性好的优点。

为实现上述目的，本发明采用的技术方案是：一种三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法，包括以下步骤：

步骤 1：采用超高频检测三相共筒式 GIS 局部放电，利用 UHF 传感器对局部放电信号采样；

步骤 2：利用改进的小波阈值滤波方法对采集到的局部放信号进行消噪处理，得到真实的局部放电信号；

步骤 3：通过基于相位分析模式算法提取采样信号的特征参数；

步骤 4：利用改进的核主成分分析法对特征参数组成的特征空间进行降维处理，得到降维后的特征参数矩阵；

步骤 5：利用基于簇思想的 K 近邻分类法对 GIS 绝缘缺陷类型进行模式识别。

进一步地，在步骤 2 中，所述利用改进的小波阈值滤波方法对采集到的局部放信号进行消噪处理的操作，具体采用自适应阈值计算方法；该自适应阈值计算方法如下：

$$T_j = \frac{\text{Median}(|C_{j,k}|) \sqrt{2 \ln(N_j)}}{0.6745} \alpha \exp\left(-\frac{1}{\beta_j}\right);$$

其中，j 为尺度， N_j 为该尺度上小波系数的个数， $\text{Median}(|C_{j,k}|)$ 为该尺度上所有小波系数的中位数， α 称为信噪比因子，是信号的信噪比在阈值计算中的体现， β_j 称为尺度因子，是尺度上小波系数的最大值纠正采样序列长度不同引起的估计误差， T_j 为计算的阈值。

进一步地，在步骤 3 中，所述特征参数包括偏斜度 Sk、陡峭度 Ku、局部峰点数 Pe、互相关系数 Cc 和放电因数 Q。

进一步地，所述偏斜度 Sk 具体为：

$$Sk = \sum_{i=1}^W (x_i - \mu)^3 \cdot p_i \Delta x / \sigma^3;$$

上式中，w 是半周期内的相窗数； x_i 是第 i 个相窗的相位；

$$p_i = y_i / \sum_{i=1}^W y_i, \quad \mu = \sum_{i=1}^W p_i \varphi_i, \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^W p_i (\varphi_i - \mu)^2};$$

其中， y_i 是谱图的纵坐标，代表视在放电量 q 或放电次数 n；参数 μ 代表采集到的局部放电图谱中心处的位置， σ 代表图谱的中心处对称轴所体现的陡峭情况， Δx 则是关于局部放电图谱的一个与平均分布相关的参数， φ_i 图谱中的某点所对应的相位；

偏斜度 Sk 反映谱图形状相对于正态分布的左右偏斜情况：Sk=0 说明该谱图形状左右对称；Sk>0 说明该谱图相对于正态分布形状向左偏；Sk<0 说明该谱图相对于正态分布形状向右偏。

进一步地, 所述陡峭度 Ku 具体为:

$$Ku = \left[\sum_{i=1}^W (x_i - \mu)^4 p_i \Delta x / \sigma^4 \right] - 3 ;$$

上式中, w 是半周期内的相窗数; x_i 是第 i 个相窗的相位;

$$p_i = y_i / \sum_{i=1}^W y_i, \quad \mu = \sum_{i=1}^W p_i \varphi_i, \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^W p_i (\varphi_i - \mu)^2} ;$$

其中, y_i 是谱图的纵坐标, 代表视在放电量 q 或放电次数 n; 参数 μ 代表采集到的局部放电图谱中心处的位置, σ 代表图谱的中心处对称轴所体现的陡峭情况, Δx 则是关于局部放电图谱的一个与平均分布相关的参数, φ_i 图谱中的某点所对应的相位;

陡峭度 Ku 用于描述某种形状分布对比于正态分布形状的突起程度: 正态分布的陡峭度 Ku 为 0; 如果 $Ku > 0$, 则说明该谱图轮廓比正态分布轮廓尖锐陡峭; 如果 $Ku < 0$, 则说明该谱图轮廓比正态分布轮廓平坦。

进一步地, 所述局部峰点数 Pe, 局部峰点数用于描述谱图轮廓上局部峰的个数; 在轮廓点 (φ_i, y_i) 处是否有局部峰, 需要用下面的差分方程判定:

$$(y_i - y_{i-1}) > 0, \quad (y_{i+1} - y_i) < 0;$$

相位轴被等分的相窗越多, 局部峰点数越大。

进一步地, 所述互相关系数 Cc 具体为:

$$Cc = \frac{\sum_{i=1}^W q_i^+ q_i^- - \left(\sum_{i=1}^W q_i^+ \sum_{i=1}^W q_i^- \right) / W}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^W (q_i^+)^2 - \left(\sum_{i=1}^W q_i^+ \right)^2 / W \right] \left[\sum_{i=1}^W (q_i^-)^2 - \left(\sum_{i=1}^W q_i^- \right)^2 / W \right]}} ;$$

式中, q_i^+ , q_i^- 是相窗 i 内的放电量, 上标 “+”、“-” 对应于谱图正负半轴; c 反应了正负半周期内的放电强弱和相位分布的相关性, 互相关系数 Cc 接近于 1 意味着 φ -q 谱图正负半周的轮廓十分相似; Cc 接近于 0, $\varphi - q_{ave}$ 谱图轮廓差异巨大。

进一步地, 所述放电因数 Q 具体为:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^w n_i^- q_i^-}{\sum_{i=1}^w n_i^-} / \frac{\sum_{i=1}^w n_i^+ q_i^+}{\sum_{i=1}^w n_i^+};$$

式中, n_i^+ 、 n_i^- 是相窗 i 内的放电重复率, 上标 “+”、“-” 对应于 $\varphi - q$ 谱图的正负半周。

进一步地, 在步骤 4 中, 所述改进的核主成分分析法即改进的核主成分分析法, 所采样的核函数为:

$$k(x_i, x_j) = (\langle x_i, x_j \rangle + a)^b \exp\left(\frac{-\|x_i - x_j\|^2}{2\sigma^2}\right);$$

其中, $(a \in R, b \in N, \sigma > 0)$, 参数 a 、 b 与 σ 的选择是根据特征矩阵中元素的数值大小确定的, 参数 σ 用于控制核函数的径向作用范围; x_i 和 x_j 代表不同的样本向量, (x_i, x_j) 代表样本向量的矢量积, R 代表向量的取值范围在实数集, N 代表整数集, $k(x_i, x_j)$ 代表结合多项式核函数与高斯核函数的优点而得到的新的核函数。

进一步地, 在步骤 5 中, 所述 K 近邻分类法的算法具体包括:

Step1: 在训练集中, 首先将所有局部放电数据进行预处理映射成为空间向量;

Step2: 从第一个类开始, 对属于这个类别的所有信号数据进行两两相似度计算, 设定一个最小阈值, 根据统计获得相似度接近的一个个簇;

Step3: 对于每一个簇, 将其中的所有信号数据合并, 然后计算它的中心向量; 此外, 计算簇个数/类别总数, 这个值代表此簇对这个类的贡献系数;

Step4: 当新文本到来后, 进行预处理取得它的向量空间;

Step5: 将新文本的空间向量与 Step3 所生成的每一簇的中心向量计算距离, 将这些距离与对应簇的贡献系数相乘, 属于同一类别的簇计算的结果相加, 比较得到最大的那一类别就是待分类典型缺陷局部放电所属类别。

本发明各实施例的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法, 由于包括步骤: 采用超高频检测三相共筒式 GIS 局部放电, 利用 UHF 传感器对局部放电信号采

样；利用改进的小波阈值滤波方法对采集到的局部放信号进行消噪处理，得到真实的局部放电信号；通过基于相位分析模式算法提取采样信号的特征参数；利用改进的核主成分分析法对特征参数组成的特征空间进行降维处理，得到降维后的特征参数矩阵；利用基于簇思想的 K 近邻分类法对 GIS 绝缘缺陷类型进行模式识别；可以克服现有技术的缺陷，提高三相共筒式超高压 GIS 局部放电检测模式识别的准确性；从而可以克服现有技术中功能少、适用范围小和准确性差的缺陷，以实现功能多、适用范围广和准确性好的优点。

本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本发明而了解。

下面通过附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

附图用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本发明的实施例一起用于解释本发明，并不构成对本发明的限制。在附图中：

图 1 为本发明三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法中气体绝缘组合电器局部放电试验装置的结构示意图；

图 2 为本发明三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法的流程示意图，在图 2 中，N 和 K 均为自然数；

图 3 为本发明三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法中统计分布与 S_k 、 K_u 关系示意图，(a) 为正偏移，(b) 为无偏移，(c) 为负偏移， S_k 为图谱形状相对于正态分布的偏移情况；(d) 为正偏移，(e) 为无偏移，(f) 为负偏移，陡峭度 K_u 用于描述某种形状分布对比于正态分布形状的突起程度；

图 4 为本发明三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法中核函数的作用效果示意图，(a) 为多项式函数，(b) 为高斯核函数，(c) 为新型核函数；

图 5 为本发明三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法中滤波前 (a)、后 (b) 波形对比图，在图 5 中，横轴为 $0 \sim 360$ ，角度，纵轴为信号幅值 (Q)。

结合附图，本发明实施例中附图标记如下：

1-水电阻；2-高压试验变压器；3-变压器；4-高压套管；5-盘式绝缘子。

具体实施方式

以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明，应当理解，此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明，并不用于限定本发明。

针对现有技术中存在的缺陷,根据本发明实施例,如图1-图5所示,提供了一种三相共筒式超高压GIS局部放电的模式识别方法。

如图1所示,本实施例的三相共筒式超高压GIS局部放电的模式识别方法使用的气体绝缘组合电器局部放电试验装置,包括盘式绝缘子5,安装在盘式绝缘子5上的高压套管4,依次与高压套管4连接的水电阻1、高压试验变压器2、变压器3和局部放电信号检测仪(PDSG);局部放电信号检测仪(PDSG)还与盘式绝缘子5连接,水电阻1和高压套管4的公共端通过由电容组成的分压器后接地。

该气体绝缘组合电器局部放电试验装置,主要包括变压器3、由电容组成的分压器、示波器、三相共筒式气体绝缘组合电器(GIS)、传感器和局部放电信号检测仪(PDSG);通过在GIS内分别设置高压导体金属突出物、自由金属微粒、绝缘子表面固定金属、绝缘子气隙等缺陷,检测相应的局部放电信号,进行模式识别。

本实施例的三相共筒式超高压GIS局部放电的模式识别方法,包括以下步骤:

1) 采用超高频(UHF)检测三相共筒式GIS局部放电,利用UHF传感器对局部放电(PD)信号采样;

在步骤1)中,采用超高频法(UHF)对三相共筒式GIS局部放电进行检测。用UHF法检测GIS局部放电时,可以根据测得信号的频谱特性和放电发生在工频电压波形上的位置来识别不同故障类型。

在步骤1)中,采用实际三相共筒式GIS,对典型缺陷条件下局部放电图谱进行测量。其中三相共筒式GIS应有专业高压开关设备企业提供。三相导体的加压方式为两相接地,一相接高压,模型中只设有一支高压套管。根据同轴型GIS试验模型测试结果,设置具有对比性的典型绝缘缺陷。三相共筒式GIS腔体内存在自由金属微粒,绝缘子表面存在固定金属颗粒,绝缘子上存在气隙缺陷,并将局部放电物理模型置于GIS模拟装置中,进行局部放电的测量。

2) 利用改进的小波阈值滤波方法对采集到的局部放电信号进行消噪处理,得到真实的局部放电信号;

在步骤2)中,改进的小波阈值滤波算法,由中位数Median(Cj, k)的计算方法可见,阈值的选择与被分析信号的长度关系十分密切。在实际应用当中,并不能保证有效信号在整段采样点数在整段采样序列中所占的比例及位置是不变的。因为信号的长度决定了小波变换后在每个尺度上小波系数的个数Nj,它影响中位数,Median(Cj, k)的取值,从而影响了阈值的大小。这种影响会导致这样的结果:同一个有

用信号序列 u 被包含在一段采样序列 s 当中，如果 s 长度不同（即时间观察窗的宽度不同），小波阈值滤波后的结果会有较大差异。对于包含同一个 UHF PD 信号的不同长度的 s ，应用软阈值滤波算法的结果。原始信号采样频率为 20GHz，时间窗较宽的长采样序列为 50000 点，时间窗较窄的短采样序列为 16000 点，两个序列都完整的包含了有用 UHF PD 信号。显而易见，应用软阈值算法滤波后的 UHF PD 信号，尤其是振荡衰减将要结束的部分，存在明显的差异，两者的相关系数为 0.6677。

产生这种后果的根本原因在于阈值的计算公式中完全忽略了有用信号的幅值与信噪比的因素。鉴于此，本实施例经过多次分析，考虑了有用信号幅值与信噪比的因素，提出了一种新的自适应阈值计算方法，该自适应阈值计算方法大大降低了小波阈值滤波结果对采样点的敏感程度，滤波前后的图形对比如图 5 所示，图 5 中（a）为滤波前图形，（b）为滤波后图形：

$$T_j = \frac{\text{Median}(|C_{j,k}|) \sqrt{2 \ln(N_j)}}{0.6745} \alpha \exp\left(-\frac{1}{\beta_j}\right);$$

其中， j 为尺度， N_j 为该尺度上小波系数的个数， $\text{Median}(|C_{j,k}|)$ 为该尺度上所有小波系数的中位数， α 称为信噪比因子，是信号的信噪比在阈值计算中的体现， β_j 称为尺度因子，是尺度上小波系数的最大值纠正采样序列长度不同引起的估计误差， T_j 为计算的阈值。

小波消噪方法的有效性主要取决于小波基函数、小波分解尺度、阈值函数、阈值选取等几个方面。本实施例中用大量的仿真实验、实验室模拟和现场实测数据的分析验证了所用方法的有效性。结果表明，该小波消噪方法同其它阈值规则的消噪算法相比，明显提高了局部放电信号处理中的消噪能力，而且还具有处理后信号波形失真小、提取更准确、所受影响因素少等优点。

3) 通过基于相位分析模式算法提取采样信号的特征参数，优选的，特征参数包括：偏斜度 Sk 、陡峭度 Ku 、局部峰点数 Pe 、互相关系数 Cc 和放电因数 Q ；

在步骤 3) 中，对于采样后的信号，采用基于相位分析模式（PRPD）的提取特征参数，其中：偏斜度 Sk ， Sk 的定义：

$$Sk = \sum_{i=1}^W (x_i - \mu)^3 \cdot p_i \Delta x / \sigma^3 ;$$

上式中, w 是半周期内的相窗数; x_i 是第 i 个相窗的相位;

$$p_i = y_i / \sum_{i=1}^W y_i, \quad \mu = \sum_{i=1}^W p_i \varphi_i, \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^W p_i (\varphi_i - \mu)^2};$$

其中, y_i 是谱图的纵坐标, 代表视在放电量 q 或放电次数 n ; 参数 μ 代表采集到的局部放电图谱中心处的位置, σ 代表图谱的中心处对称轴所体现的陡峭情况, Δx 则是关于局部放电图谱的一个与平均分布相关的参数, φ_i 图谱中的某点所对应的相位。

偏斜度 Sk 反映谱图形状相对于正态分布的左右偏斜情况: $Sk=0$ 说明该谱图形状左右对称; $Sk>0$ 说明该谱图相对于正态分布形状向左偏; $Sk<0$ 说明该谱图相对于正态分布形状向右偏。

相窗的定义: Φ - q - n 空间曲面的构造方法: 将工频相位按照 $0-360^\circ$ 划分为 256 个小区间, 将放电脉冲幅值 q 按最大幅值划分为 128 个小区间, 因而 Φ - q 平面被划分成 128×256 个小区间; 统计 Φ - q 平面上各小区间内的放电次数, 即得到中 Φ - q - n 空间曲面。

陡峭度 Ku , Ku 的定义:

$$Ku = \left[\sum_{i=1}^W (x_i - \mu)^4 p_i \Delta x / \sigma^4 \right] - 3 ;$$

其中的各变量的定义和偏斜度中变量定义相同。陡峭度 Ku 用于描述某种形状的分布对比于正态分布形状的突起程度: 正态分布的陡峭度 Ku 为 0; 如果 $Ku>0$, 则说明该谱图轮廓比正态分布轮廓尖锐陡峭; 如果 $Ku<0$, 则说明该谱图轮廓比正态分布轮廓平坦。

局部峰点数 Pe , 局部峰点数用于描述谱图轮廓上局部峰的个数。在轮廓点 (φ_i, y_i) 处是否有局部峰, 可用下式判定:

$$\frac{dy_{i-1}}{d\varphi_{i-1}} > 0 \quad \text{且} \quad \frac{dy_{i+1}}{d\varphi_{i+1}} < 0 ;$$

上式变为差分方程即：

$$\frac{y_i - y_{i-1}}{\varphi_i - \varphi_{i-1}} > 0, \quad \frac{y_{i+1} - y_i}{\varphi_{i+1} - \varphi_i} < 0;$$

差分方程可以简化为：

$$(y_i - y_{i-1}) > 0, \quad (y_{i+1} - y_i) < 0;$$

在实际计算中局部峰点数与谱图的相窗数目密切相关。一般而言，相位轴被等分的相窗越多，局部峰点数越大。

互相关系数 Cc，互相关系数 Cc 的定义：

$$Cc = \frac{\sum_{i=1}^W q_i^+ q_i^- - \left(\sum_{i=1}^W q_i^+ \sum_{i=1}^W q_i^- \right) / W}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^W (q_i^+)^2 - \left(\sum_{i=1}^W q_i^+ \right)^2 / W \right] \left[\sum_{i=1}^W (q_i^-)^2 - \left(\sum_{i=1}^W q_i^- \right)^2 / W \right]}};$$

式中， q_i^+ ， q_i^- 是相窗 i 内的放电量，上标“+”、“-”对应于谱图正负半轴。Cc 反应了正负半周期内的放电强弱和相位分布的相关性，互相关系数 Cc 接近于 1 意味着 φ -q 谱图正负半周的轮廓十分相似；Cc 接近于 0， $\varphi - q_{ave}$ 谱图轮廓差异巨大。

放电因数 Q，

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^W n_i^- q_i^-}{\sum_{i=1}^W n_i^-} / \frac{\sum_{i=1}^W n_i^+ q_i^+}{\sum_{i=1}^W n_i^+};$$

式中， n_i^+ 、 n_i^- 是相窗 i 内的放电重复率，上标“+”、“-”对应于 $\varphi - q$ 谱图的正负半周。放电因数 Q 反应了 $\varphi - q$ 谱图正负半周内平均放电量的差异。

按照上面各个统计算子的公式，通过分析谱图和算法计算出统计算子，提取特征参数偏移度 (SK)、陡峭度 (Ku)、局部峰点数 (Pe)、放电因数 (Q)、互相关系数 (Cc) 来进行模式识别。

4) 利用改进的核主成分分析法对特征参数组成的特征空间进行降维处理，得到

降维后的特征参数矩阵；

在步骤 4) 中，由于事先无法知道哪些特征参数可以构造 UHF PD 信号的最简特征空间，即无冗余的满秩特征参数矩阵，构造的特征空间维数较高，而且可能存在维数冗余，对运行和识别结果不利。因此，有需要进行特征空间的降维处理。

在 KPCA 的应用当中，非线性变换（即核函数）的选择非常重要。常用的核函数有多项式核函数（Polynomial）、高斯核函数（Gauss）与 Sigmoid 核函数，分别如下：

$$k(x_i, x_j) = (\langle x_i, x_j \rangle + a)^b, \quad (a \in R, b \in N);$$

$$k(x_i, x_j) = \exp\left(\frac{-\|x_i - x_j\|^2}{2\sigma^2}\right);$$

$$k(x_i, x_j) = \tanh(\langle x_i, x_j \rangle + a), \quad (a \in R);$$

其中， $\langle x_i, x_j \rangle$ 为样本向量， x_i 和 x_j 的矢量积， $\|x_i - x_j\|$ 为两者的欧氏范数。

多项式核函数是距离 $(\langle x_i, x_j \rangle + a)$ 的 b 次幂，是 $\langle x_i, x_j \rangle$ 的单调增函数。经过变换，如果 $(\langle x_i, x_j \rangle + a) > 1$ ，原始距离 $\langle x_i, x_j \rangle$ 会被放大；相反，如果 $(\langle x_i, x_j \rangle + a) < 1$ ，则原始距离 $\langle x_i, x_j \rangle$ 会被压缩。可见多项式核函数的作用是把小距离压缩而把大距离进一步扩大。高斯核函数也称作径向基核函数，通常也被定义为两个向量欧氏距离的指数单调下降函数，它是一种径向对称的标量函数。其中 σ 称为宽度参数，用于控制函数的径向作用范围，即高斯脉冲的宽度。但通常高斯核函数的作用范围较小，作用效果则正好与多项式核函数相反，即把小距离扩大而把大距离压缩。

其实核函数的作用应该是将原始距离进一步扩大，或者将同类样本间的距离压缩而将非同类样本间的距离扩大，以便于进行分类识别。鉴于此，本实施例结合多项式核函数与高斯核函数的优缺点，提出了一种新的核函数，其作用效果如图 4 所示。

在步骤 4) 中，改进的核主成分分析法所采样的核函数为：

$$k(x_i, x_j) = (\langle x_i, x_j \rangle + a)^b \exp\left(\frac{-\|x_i - x_j\|^2}{2\sigma^2}\right);$$

其中, $(a \in R, b \in N, \sigma > 0)$, 参数 a 、 b 与 σ 的选择是根据特征矩阵中元素的数值大小确定的, 参数 σ 用于控制核函数的径向作用范围; x_i 和 x_j 代表不同的样本向量, (x_i, x_j) 代表样本向量的矢量积, R 代表向量的取值范围在实数集, N 代表整数集, $k(x_i, x_j)$ 代表结合多项式核函数与高斯核函数的优点而得到的新的核函数。此处取 $a = 5$, $b = 1$ 是为了使变换后的距离随原距离作一定比例的变化。参数 σ 用于控制核函数的径向作用范围, 由于原始特征矩阵中两个向量的距离一般不超过 7, 所以取 $\sigma = 7$ 。由图 4 可见, 本发明所提出的新型核函数将原始的小距离变大, 将大距离适当缩小。

5) 利用基于簇思想的 K 近邻分类法对 GIS 绝缘缺陷类型进行模式识别;

在步骤 5) 中, K 最近邻方法其基本思想是: 给出测试文档, 系统在已经分类好的训练集中查找与其最近的 K 个邻居, 根据这些邻居的类别分布情况获得测试文档的类别。其中可以用这些邻居与测试文档的相似度进行加权, 从而获得较好的分类效果。所谓簇, 意思就是一类具有相似性质的文本的集合, 本发明把训练集中属于同一类别的文本之间距离最大的那些局部放电信号数据子集合认为是一个簇, 因此, K 近邻分类法的算法可以描述如下:

Step1: 在训练集中, 首先将所有局部放电数据进行预处理映射成为空间向量;

Step2: 从第一个类开始, 对属于这个类别的所有信号数据进行两两相似度计算, 设定一个最小阈值, 根据统计获得相似度接近的一个个簇;

Step3: 对于每一个簇, 将其中的所有信号数据合并, 然后计算它的中心向量, 此外, 计算簇个数/类别总数, 这个值代表此簇对这个类的贡献系数, 记作 C;

Step4: 当新文本到来后, 进行预处理取得它的向量空间;

Step5: 将新文本的空间向量与 Step3 所生成的每一簇的中心向量计算距离, 将这些距离与对应簇的贡献系数相乘, 属于同一类别的簇计算的结果相加, 比较得到最大的那一类别就是待分类典型缺陷局部放电所属类别。

这个算法的基础是如何找出同一类别中的哪些文本属于同一簇, 以下给出找出同

一类别簇的生成簇算法思想：假设类别：

$c=\{d1, d2, \dots, dm\}$

Step1: 设定一个相似度的阈值 a ;

Step2: 首先创建一个簇，记作 $T0$ ，用 Ki 记录簇内所包含的文档数量， $total$ 记录创建的簇数量，初始化已处理文档 $i=2$;

Step3: 从 di 开始;

Step4: 与 Tn 中的第一个文本进行相似度计算得到值 s ;

Step5: 如果 $s \geq a$ ，且 Tn 中还有未与此样本进行比较的样本，那么继续进行相似度计算并更新 s ；如果没有未比较样本，那么将此数据加入到簇 Tn 中去；如果 $s < a$ ，如果有其它未比较的簇，则 $n++$ ，返回 step4；如果没有未比较的簇，那么创建新簇，记为 $T++total$ ；将此文档归为 $T++total$ 簇中；

Step6: 如果 $i \neq m$ ，那么 $i++$ ；返回 Step3；否则，结束。

为了克服最近邻法错判率较高的缺陷，将最近邻推广到 K 近邻， K 近邻法不是选取一个最近邻进行分类，而是选取离待分类文本最近的 K 个代表点，然后根据这 K 个代表点的类别信息来确定待分类文本的类别。

对于降维后的特征参数矩阵，一半样本用于训练 K 近邻分类器，另一半用于测试分类器的性能。对于分别应用 KPCA、RST 以及 CCMDR 算法降维后的特征参数矩阵，应用 K 近邻分类器对 GIS 绝缘缺陷类型进行识别。本实施例在 C 语言软件环境下编写了程序文件，实现分类器的设计、训练及分类识别测试。由于本实施例设计的分类器的输出并不象 BP 神经网络一样以某点为中心呈分散状分布，而是对应于 4 类 GIS 缺陷类型，输出取值仅包括 4 种结果[1, 2, 3, 4]，所以模式识别结果仅以识别正确率表示，如表 1 所示。

表 1: K 近邻算法模式识别正确率

缺陷类型	K 近邻法识别正确率
高压导体金属突出物	92%
自由金属微粒	91.5%
绝缘子表面固定金属	88%
绝缘子气隙缺陷	90%

综上所述，本发明上述各实施例的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法，包括步骤：采用超高频（UHF）检测三相共筒式 GIS 局部放电，利用 UHF 传感

器对局部放电 (PD) 信号采样; 利用改进的小波阈值滤波方法对局部放信号进行消噪处理; 基于相位分析模式提取采样信号的特征参数, 特征参数包括: 偏斜度 S_k 、陡峭度 K_u 、局部峰点数 P_e 、互相关系数 C_c 、和放电因数 Q ; 利用改进的核主成分分析法对特征参数组成的特征空间进行降维处理, 得到降维后的特征参数矩阵; 利用 K 近邻分类法对 GIS 绝缘缺陷类型进行模式识别。该三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法至少可以达到的有益效果包括: 克服了现有技术的缺陷, 提高了三相共筒式超高压 GIS 局部放电检测模式识别的准确性。

最后应说明的是: 以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明, 对于本领域的技术人员来说, 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。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 1：采用超高频检测三相共筒式 GIS 局部放电，利用 UHF 传感器对局部放电信号采样；

步骤 2：利用改进的小波阈值滤波方法对采集到的局部放信号进行消噪处理，得到真实的局部放电信号；

步骤 3：通过基于相位分析模式算法提取采样信号的特征参数；

步骤 4：利用改进的核主成分分析法对特征参数组成的特征空间进行降维处理，得到降维后的特征参数矩阵；

步骤 5：利用基于簇思想的 K 近邻分类法对 GIS 绝缘缺陷类型进行模式识别。

2. 根据权利要求 1 所述的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法，其特征在于，在步骤 2 中，所述利用改进的小波阈值滤波方法对采集到的局部放信号进行消噪处理的操作，具体采用自适应阈值计算方法；该自适应阈值计算方法如下：

$$T_j = \frac{\text{Median}(|C_{j,k}|) \sqrt{2 \ln(N_j)}}{0.6745} \alpha \exp\left(-\frac{1}{\beta_j}\right),$$

其中，j 为尺度， N_j 为该尺度上小波系数的个数， $\text{Median}(|C_{j,k}|)$ 为该尺度上所有小波系数的中位数， α 称为信噪比因子，是信号的信噪比在阈值计算中的体现， β_j 称为尺度因子，是尺度上小波系数的最大值纠正采样序列长度不同引起的估计误差， T_j 为计算的阈值。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法，其特征在于，在步骤 3 中，所述特征参数包括偏斜度 Sk、陡峭度 Ku、局部峰点数 Pe、互相关系数 Cc 和放电因数 Q。

4. 根据权利要求 3 所述的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法，其特征在于，所述偏斜度 Sk 具体为：

$$Sk = \sum_{i=1}^W (x_i - \mu)^3 \cdot p_i \Delta x / \sigma^3 ;$$

上式中, w 是半周期内的相窗数; x_i 是第 i 个相窗的相位;

$$p_i = y_i / \sum_{i=1}^W y_i, \quad \mu = \sum_{i=1}^W p_i \varphi_i, \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^W p_i (\varphi_i - \mu)^2};$$

其中, y_i 是谱图的纵坐标, 代表视在放电量 q 或放电次数 n ; 参数 μ 代表采集到的局部放电图谱中心处的位置, σ 代表图谱的中心处对称轴所体现的陡峭情况, Δx 则是关于局部放电图谱的一个与平均分布相关的参数, φ_i 图谱中的某点所对应的相位;

偏斜度 Sk 反映谱图形状相对于正态分布的左右偏斜情况: $Sk=0$ 说明该谱图形状左右对称; $Sk>0$ 说明该谱图相对于正态分布形状向左偏; $Sk<0$ 说明该谱图相对于正态分布形状向右偏。

5. 根据权利要求 3 所述的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法, 其特征在于, 所述陡峭度 Ku 具体为:

$$Ku = \left[\sum_{i=1}^W (x_i - \mu)^4 p_i \Delta x / \sigma^4 \right] - 3 ;$$

上式中, w 是半周期内的相窗数; x_i 是第 i 个相窗的相位;

$$p_i = y_i / \sum_{i=1}^W y_i, \quad \mu = \sum_{i=1}^W p_i \varphi_i, \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^W p_i (\varphi_i - \mu)^2};$$

其中, y_i 是谱图的纵坐标, 代表视在放电量 q 或放电次数 n ; 参数 μ 代表采集到的局部放电图谱中心处的位置, σ 代表图谱的中心处对称轴所体现的陡峭情况, Δx 则是关于局部放电图谱的一个与平均分布相关的参数, φ_i 图谱中的某点所对应的相位;

陡峭度 Ku 用于描述某种形状的分布对比于正态分布形状的突起程度: 正态分布的陡峭度 Ku 为 0; 如果 $Ku>0$, 则说明该谱图轮廓比正态分布轮廓尖锐陡峭; 如果 $Ku<0$, 则说明该谱图轮廓比正态分布轮廓平坦。

6. 根据权利要求 3 所述的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法, 其特征在于, 所述局部峰点数 Pe , 局部峰点数用于描述谱图轮廓上局部峰的个数; 在轮

廓点 (φ_i, y_i) 处是否有局部峰, 需要用下面的差分方程判定:

$$(y_i - y_{i-1}) > 0, (y_{i+1} - y_i) < 0;$$

相位轴被等分的相窗越多, 局部峰点数越大。

7. 根据权利要求 3 所述的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法, 其特征在于, 所述互相关系数 C_c 具体为:

$$C_c = \frac{\sum_{i=1}^W q_i^+ q_i^- - \left(\sum_{i=1}^W q_i^+ \sum_{i=1}^W q_i^- \right) / W}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^W (q_i^+)^2 - \left(\sum_{i=1}^W q_i^+ \right)^2 / W \right] \left[\sum_{i=1}^W (q_i^-)^2 - \left(\sum_{i=1}^W q_i^- \right)^2 / W \right]}};$$

式中, q_i^+ , q_i^- 是相窗 i 内的放电量, 上标 “+”、“-” 对应于谱图正负半轴;
c 反应了正负半周期内的放电强弱和相位分布的相关性, 互相关系数 C_c 接近于 1 意味着 φ -q 谱图正负半周的轮廓十分相似; C_c 接近于 0, $\varphi - q_{ave}$ 谱图轮廓差异巨大。

8. 根据权利要求 3 所述的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法, 其特征在于, 所述放电因数 Q 具体为:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^w n_i^- q_i^-}{\sum_{i=1}^w n_i^-} / \frac{\sum_{i=1}^w n_i^+ q_i^+}{\sum_{i=1}^w n_i^+};$$

式中, n_i^+ , n_i^- 是相窗 i 内的放电重复率, 上标 “+”、“-” 对应于 $\varphi - q$ 谱图的正负半周。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法, 其特征在于, 在步骤 4 中, 所述改进的核主成分分析法即改进的核主成分分析法, 所采样的核函数为:

$$k(x_i, x_j) = \left(\langle x_i, x_j \rangle + a \right)^b \exp \left(\frac{-\|x_i - x_j\|^2}{2\sigma^2} \right);$$

其中, $(a \in R, b \in N, \sigma > 0)$, 参数 a 、 b 与 σ 的选择是根据特征矩阵中元素的数值大小确定的, 参数 σ 用于控制核函数的径向作用范围; x_i 和 x_j 代表不同的样本向量, (x_i, x_j) 代表样本向量的矢量积, R 代表向量的取值范围在实数集, N 代表整数集, $k(x_i, x_j)$ 代表结合多项式核函数与高斯核函数的优点而得到的新的核函数。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的三相共筒式超高压 GIS 局部放电的模式识别方法, 其特征在于, 在步骤 5 中, 所述 K 近邻分类法的算法具体包括:

Step1: 在训练集中, 首先将所有局部放电数据进行预处理映射成为空间向量;

Step2: 从第一个类开始, 对这个类别的所有信号数据进行两两相似度计算, 设定一个最小阈值, 根据统计获得相似度接近的一个个簇;

Step3: 对于每一个簇, 将其中的所有信号数据合并, 然后计算它的中心向量; 此外, 计算簇个数/类别总数, 这个值代表此簇对这个类的贡献系数;

Step4: 当新文本到来后, 进行预处理取得它的向量空间;

Step5: 将新文本的空间向量与 Step3 所生成的每一簇的中心向量计算距离, 将这些距离与对应簇的贡献系数相乘, 属于同一类别的簇计算的结果相加, 比较得到最大的那一类别就是待分类典型缺陷局部放电所属类别。

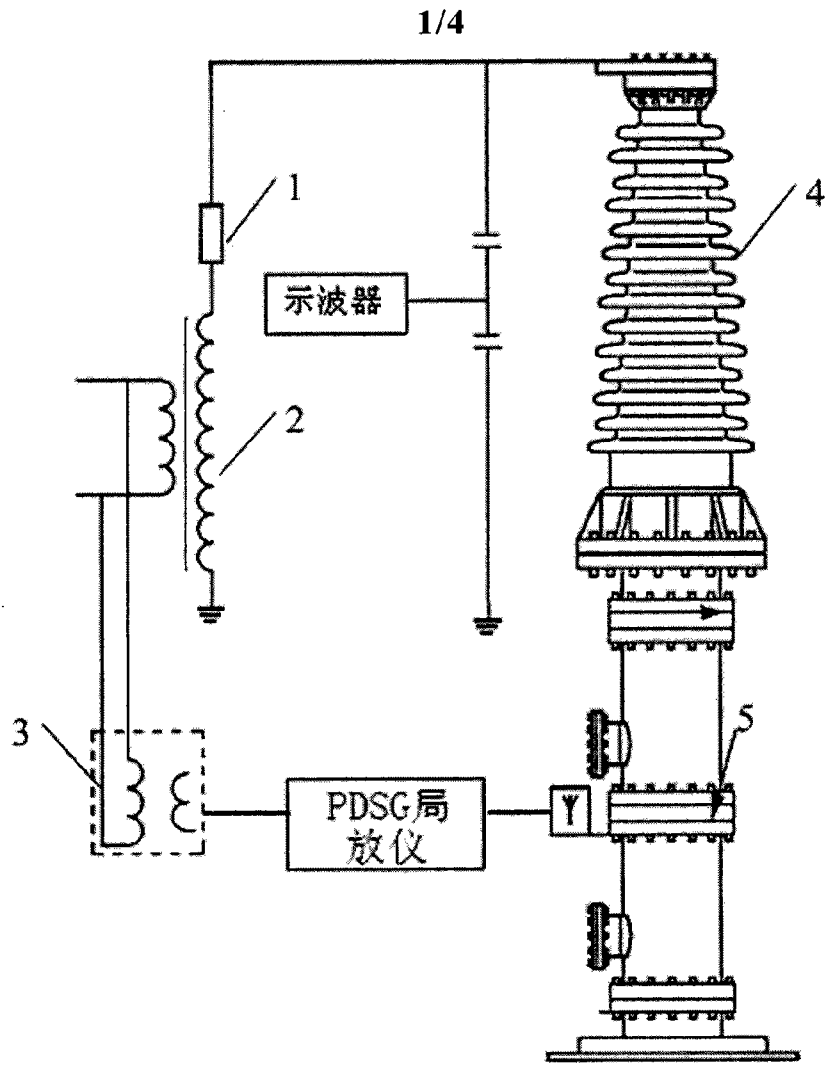


图 1

2/4

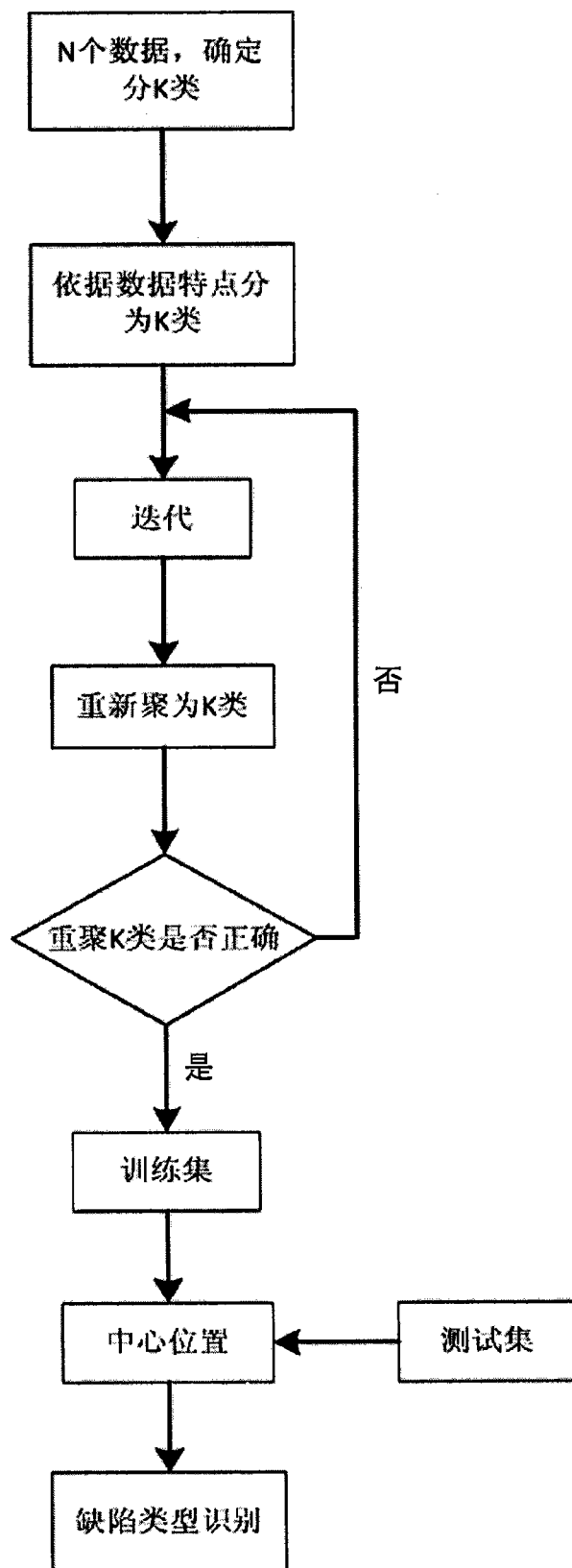


图 2

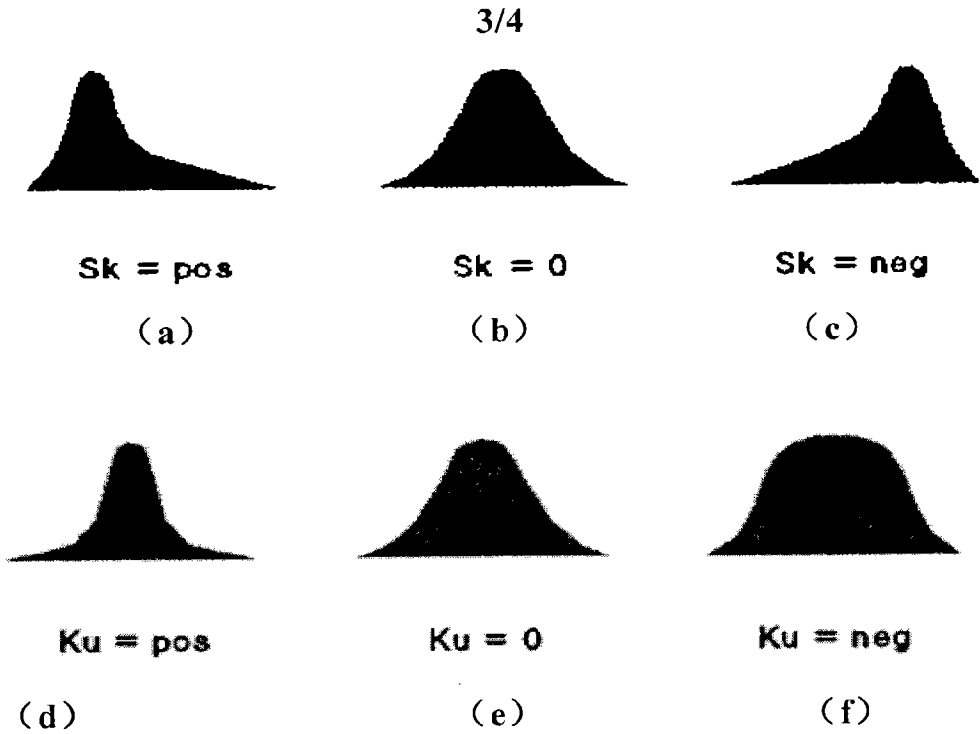


图 3

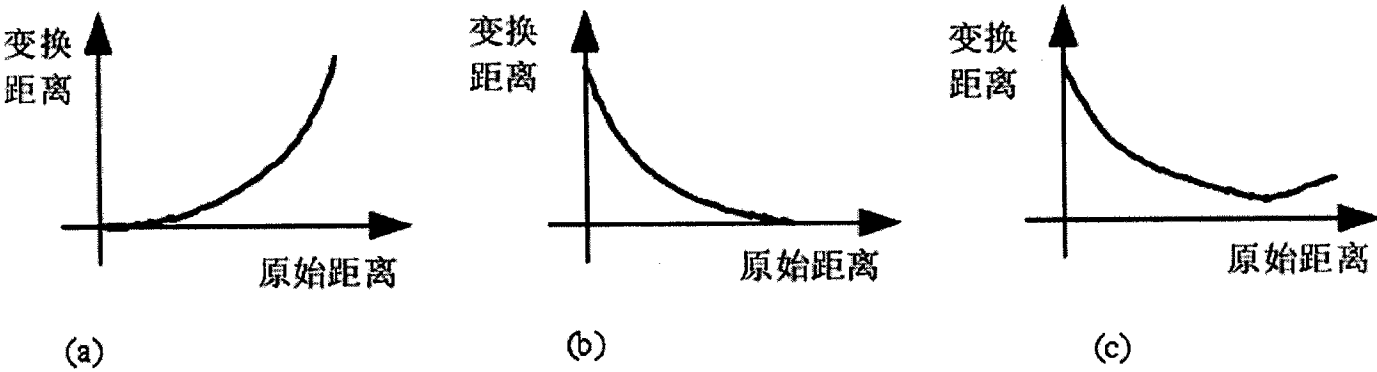
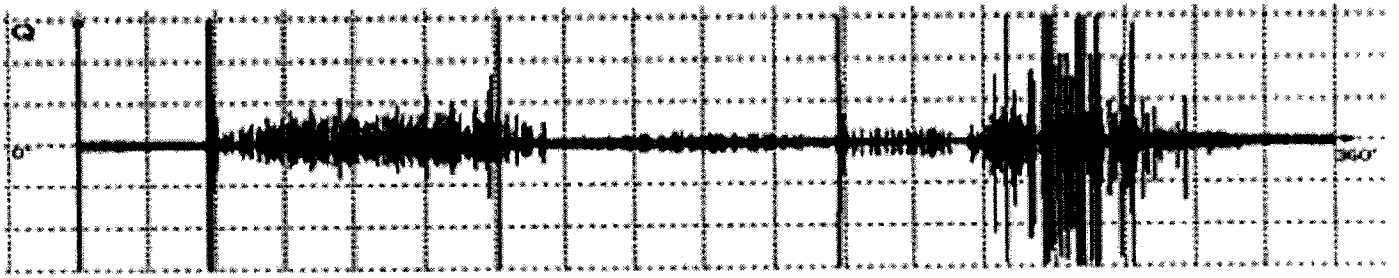
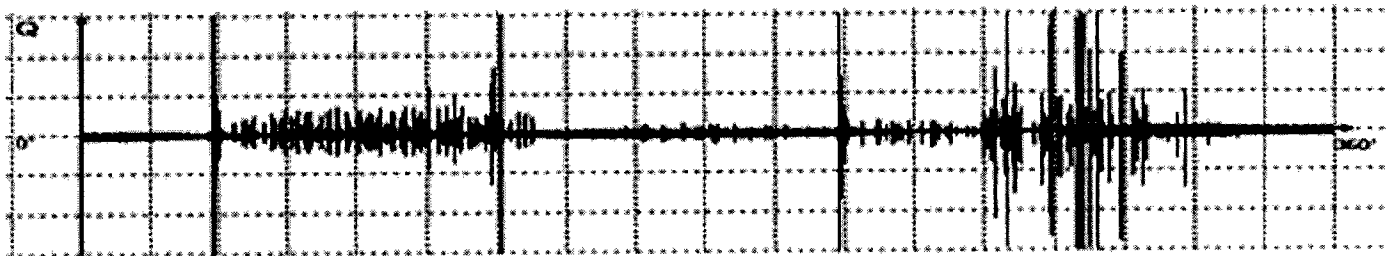


图 4

4/4



(a)



(b)

图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/000766

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/12 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, IEEE: PD, GIS or gas-insulated switchgear, recognition or resolution or distinguish or judge, KNN, ultrahigh frequency, UHF partial w discharge, PD, three w phase, common w (tub or drum or shar+), classification, insulat+, switchgear or subtraction, K W (NEAR+ OR adjacent), cluster

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103558529 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.), 05 February 2014 (05.02.2014), description, paragraphs [0001]-[0129], and figures 1-5	1-10
PX	CN 103558528 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.), 05 February 2014 (05.02.2014), description, paragraphs [0001]-[0076], and figures 1-2	1, 3, 10
A	CN 202975247 U (SHANDONG XINGCHI HIGH-VOLTAGE SWITCH CO., LTD.), 05 June 2013 (05.06.2013), the whole document	1-10
Y	DUAN, Dapeng, "GIS Partial Discharge Detection and Biomimetic Pattern Recognition Based on UHF Method", PH.D. DISSERTATION SUBMITTED TO SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY, Advisors: SUN, Caixin; and JIANG, Xiuchen, 28 February 2011 (28.02.2011), pages 1-17, 35, and 55-82	1-9
Y	LIU, Fan et al., "Recognition of PD mode based on KNN algorithm for converter transformer", ELECTRIC POWER AUTOMATION EQUIPMENT, vol. 33, 31 May 2013 (31.05.2013), ISSN: no. 5 ISSN 1006-6047, pages 89-93	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 28 September 2014 (28.09.2014)	Date of mailing of the international search report 02 November 2014 (02.11.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer ZHOU, Zhongtang Telephone No.: (86-10) 01082245847

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/000766

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	LI, Guowei et al., "Judgment of Partial Discharge Types in GIS Based on UHF Method", HIGH VOLTAGE APPARATUS, vol. 49, 31 January 2013(31.01.2013), ISSN: no. 1 ISSN 1001-1609, pages 63-68	1-10

International application No.
PCT/CN2014/000766

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

A. 主题的分类		
G01R 31/12 (2006.01) i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
G01R		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
WPI, EPODOC, CNPAT, IEEE: 三相, 共筒, 局部放电, PD, GIS or 气体绝缘开关, 识别 or 分辨 or 辨别 or 判断, 簇, KNN, k近邻, K邻接, 超高频, UHF partial w discharge, PD, three w phase, common w (tub or drum or shar+), classification, GIS, insulat+, switchgear or substruction, K W (NEAR+ OR adjacent), KNN, cluster		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103558529 A (国家电网公司等) 2014年 2月 05日 (2014 - 02 - 05) 说明书第[0001]-[0129]段, 说明书附图1-5	1-10
PX	CN 103558528 A (国家电网公司等) 2014年 2月 05日 (2014 - 02 - 05) 说明书第[0001]-[0076], 说明书附图1-2	1、3、10
A	CN 202975247 U (山东兴驰高压开关有限公司) 2013年 6月 05日 (2013 - 06 - 05) 全文	1-10
Y	段大鹏. "基于UHF方法的GIS局部放电检测与仿生模式识别" 申请上海交通大学博士学位论文 指导教师 孙才新 江秀臣, 2011年 2月 28日 (2011 - 02 - 28), 第1-17页, 第35页, 第55-82页	1-9
Y	刘凡 等. "基于K近邻算法的换流变压器局部放电模式识别" 电力自动化设备, 第33卷期, 2013年 5月 31日 (2013 - 05 - 31), ISSN: 第5期 ISSN 1006-6047, 第89-93页	1-9
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2014年 9月 28日		2014年 11月 02日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		周忠堂
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)01082245847

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	李国伟 等. “基于超高频法的GIS局部放电类型判断方法” 高压电器, 第49卷期, 2013年 1月 31日 (2013 - 01 - 31), ISSN: 第1期 ISSN 1001-1609, 第63-68页	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/000766

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103558529	A	2014年 2月 05日	无	
CN	103558528	A	2014年 2月 05日	无	
CN	202975247	U	2013年 6月 05日	无	