



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112067887 B

(45) 授权公告日 2021.08.27

(21) 申请号 202010941602.2

CN 1055830 A,1991.10.30

(22) 申请日 2020.09.09

NL 1009198 C2,1999.11.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 6074086 A,2000.06.13

申请公布号 CN 112067887 A

CN 1648676 A,2005.08.03

CN 1750531 A,2006.03.22

(43) 申请公布日 2020.12.11

CN 103581102 A,2014.02.12

(73) 专利权人 山东大学

CN 103869162 A,2014.06.18

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

CN 107256537 A,2017.10.17

CN 110365312 A,2019.10.22

(72) 发明人 刘世明

NL 1009198 C2,1999.11.19

US 6074086 A,2000.06.13

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

张波等.“基于正余弦滤波器对的相量算法”.《电力系统自动化》.2013,第37卷(第19期),第86-92页.

代理人 李琳

吴丹等.“基于欠采样数字正交解调的误差分析及校正”.《哈尔滨工业大学学报》.2006,第38卷(第3期),第379-381页.

(51) Int.Cl.

G01R 19/25 (2006.01)

G01R 23/167 (2006.01)

审查员 高冠琪

(56) 对比文件

CN 106505572 A,2017.03.15

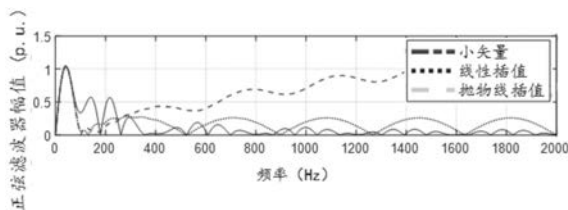
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下相量计算方法

(57) 摘要

本公开提供了基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法;其中,方案一根据丢失的采样点在采样值序列中的位置,寻找滤波器中对称点的位置;将一对正交滤波器中对称点的系数置零,得到修改后的正交滤波器;将修改后的正交滤波器作用于所述采样值序列,得到精确的相量计算结果。方案二将丢失点前后的采样点序列首尾相连,构成伪连续采样值序列;根据所述伪连续采样序列的长度,计算相应的正交滤波器系数;将所述正交滤波器作用于伪连续采样值序列,得到精确的相量计算结果。本公开所述方案在采样值丢失的情况下,通过保证滤波器的正交性,从而最大限度地提高滤波后的相量计算精度。



CN 112067887 B

1. 基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,其特征在于,包括:
 获取包含有电压、电流采样值的报文数据;
 解析所述报文数据,分析采样点的丢失情况;
 针对丢失的采样点在采样值序列中的位置,寻找滤波器中对称点的位置;
 将一对正交滤波器中对称点的系数置零,并对正交滤波器的系数进行归一化处理,得到修改后的正交滤波器;

将修改后的正交滤波器作用于所述采样值序列,得到精确的相量计算结果;
 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析。

2. 如权利要求1所述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,其特征在于,所述一对正交滤波器包括正弦滤波器和余弦滤波器。

3. 如权利要求2所述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,其特征在于,利用所述正弦滤波器计算基波相量的虚部 X_I :

$$X_I = -\frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right)$$

其中,N是每个工频周期的采样点数, $x(k)$, $k=1, \dots, N$ 是采样值序列。

4. 如权利要求2所述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,其特征在于,利用所述余弦滤波器计算基波相量的实部 X_R :

$$X_R = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right)$$

其中,N是每个工频周期的采样点数, $x(k)$, $k=1, \dots, N$ 是采样值序列。

5. 如权利要求2所述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,其特征在于,所述正弦滤波器和余弦滤波器系数满足正交条件:

$$\sum_{k=1}^N \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) = 0$$

6. 基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,其特征在于,包括:
 获取包含有电压、电流采样值的报文数据;
 解析所述报文数据,分析采样点的丢失情况;
 将丢失点前后的采样点序列首尾相连,构成伪连续采样值序列;
 根据所述伪连续采样值序列的长度,计算相应的正交滤波器系数;
 将所述正交滤波器作用于伪连续采样值序列,得到精确的相量计算结果;
 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析。

7. 如权利要求6所述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,其特征在于,所述正交滤波器包括正弦滤波器和余弦滤波器。

8. 如权利要求7所述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,其特征在于,利用所述正弦滤波器计算基波相量的虚部 X_I :

$$X_I = -\frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right)$$

利用所述余弦滤波器计算基波相量的实部 X_R :

$$X_R = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right)$$

其中, N 是每个工频周期的采样点数, $x(k)$, $k=1, \dots, N$ 是采样值序列。

9. 一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现如权利要求1-8任一项所述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执行时实现如权利要求1-8任一项所述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法。

基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下相量计算方法

技术领域

[0001] 本公开属于电力系统自动化技术领域,尤其涉及基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下相量计算方法。

背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提供了与本公开相关的背景技术信息,不必然构成在先技术。

[0003] 变电站的继电保护、监控等功能中,都需要使用电压、电流的相量进行计算和分析;其中,电压、电流相量一般是采用连续的电压、电流的采样值序列,通过滤波器计算得到。在智能变电站中,电压、电流的采样值由合并单元(MU)采集之后,整理成SAV(SAmpled Value,或者简写为SV)报文,通过通信网络传输给继电保护、监控等智能设备(IEDs)。

[0004] 在SAV报文的传输过程中,由于通信网络的堵塞或者故障等原因,可能出现部分报文延迟、乱序甚至丢失等问题。由于继电保护、监控等功能对实时性的要求较高,对SAV报文的各种传输错误难以做出复杂的纠错处理,因而往往都按照数据丢失对待。当发生大量SAV报文连续丢失的情况时,继电保护和监控功能只能采取闭锁措施,避免出现错误的判断和动作;但是通信网络更多出现的是个别或者部分报文偶尔丢失的情况,变电站希望在这种情况下,继电保护和监控功能能够酌情尽量实现其功能,因而要求IEDs中的相量计算方法具有一定的抗采样值缺失的能力。

[0005] 发明人发现,为了应对采样值的丢失,目前通用的方法都是以某个估计值代替丢失的采样值,而后续的滤波和相量计算的方法未做任何改变。其中,最简单的处理方法就是用0值代替丢失的采样值,虽然这种处理方法算法简单,但是其造成后续相量计算结果的精度很差,因此很少实际应用;除此而外,部分研究人员还研究了多项式逼近、样条插值、曲线拟合等多种方法,然而这些方法由于计算复杂,难以在实时应用场合使用。实际应用中比较常见的是拉格朗日多项式插值法(简称拉式插值法),特别是一次和二次的拉式插值法得到了广泛应用。其中,一次拉式插值就是普遍应用的线性插值,其计算简单,但是在连续多点丢失的情况下效果不佳;二次拉式插值又称为抛物线插值,比线性插值的效果有较大提升,但是其插值公式的系数需要根据不同的丢点情况实时计算,增加了IEDs的运算负担。

发明内容

[0006] 本公开为了解决上述问题,提供了基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法;所述方案在采样值丢失的情况下,通过保证滤波器的正交性,从而最大限度地提高滤波后的相量计算精度。

[0007] 根据本公开实施例的第一个方面,提供了一种基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,包括:

[0008] 获取包含有电压、电流采样值的报文数据;

[0009] 解析所述报文数据,分析采样点的丢失情况;

[0010] 针对丢失的采样点在采样值序列中的位置,寻找滤波器中对称点的位置;

[0011] 将一对正交滤波器中对称点的系数置零,并对正交滤波器的系数进行归一化处理,得到修改后的正交滤波器;

[0012] 将修改后的正交滤波器作用于所述采样值序列,得到精确的相量计算结果;

[0013] 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析。

[0014] 进一步的,所述一对正交滤波器包括正弦滤波器和余弦滤波器。

[0015] 进一步的,利用所述正弦滤波器计算基波相量的虚部 X_I :

$$[0016] \quad X_I = -\frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right)$$

[0017] 其中,N是每个工频周期的采样点数,x(k),k=1,...,N是采样值序列。

[0018] 进一步的,利用所述余弦滤波器计算基波相量的实部 X_R :

$$[0019] \quad X_R = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right)$$

[0020] 其中,N是每个工频周期的采样点数,x(k),k=1,...,N是采样值序列。

[0021] 进一步的,所述正弦滤波器和余弦滤波器系数满足正交条件:

$$[0022] \quad \sum_{k=1}^N \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) = 0$$

[0023] 根据本公开实施例的第二个方面,提供了另一种基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,包括:

[0024] 获取包含有电压、电流采样值的报文数据;

[0025] 解析所述报文数据,分析采样点的丢失情况;

[0026] 将丢失点前后的采样点序列首尾相连,构成伪连续采样值序列;

[0027] 根据所述伪连续采样序列的长度,计算相应的正交滤波器系数;

[0028] 将所述正交滤波器作用于伪连续采样值序列,得到精确的相量计算结果;

[0029] 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析。

[0030] 根据本公开实施例的第三个方面,提供了一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现上述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法。

[0031] 根据本公开实施例的第四个方面,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现上述的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法。

[0032] 与现有技术相比,本公开的有益效果是:

[0033] (1) 本公开所述方案通过修改正交滤波器中对称点的系数,利用修改后的正交滤波器作用于所述采样值序列,获得相量计算结果,所述方案计算方法简单,无需大量运算过程;

[0034] (2) 本公开所述方案维持了滤波器的正交特性,在采样点丢失情况下最大限度地保证了相量计算结果的精度;

[0035] (3) 本公开所述方案一适应各种采样点丢失形式,同时,由于滤波效果受丢点数量影响较大,方案一最适合电气量谐波较小的情况下应用,例如电力系统正常平稳工况下;

[0036] (4) 本公开所述方案二适用于连续丢点情况,对谐波的滤除效果较好,能够应用于谐波较大或者电力系统发生扰动的情况。

附图说明

[0037] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0038] 图1(a)和图1(b)分别为本公开实施例一中所述的全周期傅里叶滤波器(正弦滤波器和余弦滤波器)系数示意及对称系数示例图(N=80);

[0039] 图2(a)和图2(b)分别为本公开实施例一中所述的丢失两点采样值情况下滤波器(正弦滤波器和余弦滤波器)幅频特性示意图;

[0040] 图3(a)和图3(b)分别为本公开实施例一中所述的丢失五点采样值情况下滤波器(正弦滤波器和余弦滤波器)幅频特性示意图;

[0041] 图4(a)和图4(b)分别为本公开实施例二中所述的丢失十点采样值情况下滤波器(正弦滤波器和余弦滤波器)幅频特性示意图。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图与实施例对本公开作进一步说明。

[0043] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0044] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0045] 根据正交滤波器思想,要计算电气量的相量需要两个相互正交的滤波器 w_c 和 w_s 分别作用于电气量的采样序列 x ,从而得到相量实部 X_R 和虚部 X_I ,如下式所示:

$$[0046] \begin{cases} X_R = e_c \cdot \sum_{p=1}^M w_{c_p} \cdot x(p) \\ X_I = e_s \cdot \sum_{p=1}^M w_{s_p} \cdot x(p) \end{cases}$$

[0047] 其中M是滤波器的数据窗长度。而滤波器系数需要满足如下正交条件:

$$[0048] \sum_{p=1}^M w_{c_p} \cdot w_{s_p} = 0$$

[0049] e_c 和 e_s 是滤波器的归一化系数:

$$[0050] \quad \begin{cases} e_c = 1 / \sum_{p=1}^M w_{c_p}^2 \\ e_s = 1 / \sum_{p=1}^M w_{s_p}^2 \end{cases}$$

[0051] 如果 w_c 和 w_s 分别取余弦函数和正弦函数, M 取一个工频周期的采样长度 N , 则就是常用的全周波傅里叶基波滤波器:

$$[0052] \quad \begin{cases} X_R = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \\ X_I = -\frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \end{cases}$$

[0053] 其中, N 是每个工频周期的采样点数, $x(k)$, $k=1, \dots, N$ 是采样值序列。而正弦滤波器系数和余弦滤波器系数满足正交条件:

$$[0054] \quad \sum_{k=1}^N \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) = 0$$

[0055] 以智能变电站常用的每工频周波80点采样为例 ($N=80$), 绘制出滤波器系数如附图1(a)和图1(b)所示, 从图中可以看出:

[0056] 正弦函数关于第40点中心对称; 余弦函数关于第40点轴对称; 正是由于上述两种对称性能, 使得正弦滤波器和余弦滤波器满足正交条件;

[0057] 进一步推广, 只要 w_s 和 w_c 分别满足中心对称和轴对称, 则就是一对正交滤波器。

[0058] 正弦滤波器和余弦滤波器中关于第40点两侧对称点置为0, 仍旧满足上述对称条件;

[0059] 对于正弦滤波器和余弦滤波器, 只要各自关于第40点两侧的系数个数相等, 则即使总的系数个数不足80点, 也仍旧满足上述对称条件。

[0060] 实施例一:

[0061] 本实施例的目的是提供一种基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法。

[0062] 根据电力工程信号处理理论可以知道, 电气量的相量, 是通过一对正交的数字滤波器对电气量采样值序列分别进行滤波计算, 得出的结果分别作为电气量相量的实部和虚部, 从而实现了相量的实时求取。而两个数字滤波器的正交性, 对相量计算结果的精度具有重要意义。

[0063] 当发生采样值丢失情况时, 对于相量计算而言, 可以等效看作是丢失点对应的数字滤波器系数等于0。则根据丢失点的情况不同, 此时的数字滤波器往往不再满足正交性。为了维护滤波器的正交特性, 本专利提出, 将数字滤波器中找到丢失点对应系数的对称点, 将该对称点的系数人为置零, 由此保证了数字滤波器的正交性, 将此修正后的一对正交滤波器作用于有丢失点的采样值序列, 得出的结果分别作为电气量相量的实部和虚部, 从而

最大限度实现了采样点丢失情况下相量计算的精度。

[0064] 基于上述分析,本实施例提供了一种基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,包括:

[0065] 获取包含有电压、电流采样值的报文数据;

[0066] 解析所述报文数据,分析采样点的丢失情况;

[0067] 针对丢失的采样点在采样值序列中的位置,寻找滤波器中对称点的位置;

[0068] 将一对正交滤波器中对称点的系数置零,并对正交滤波器的系数进行归一化处理,得到修改后的正交滤波器;

[0069] 将修改后的正交滤波器作用于所述采样值序列,得到精确的相量计算结果;

[0070] 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析。

[0071] 进一步的,所述对称点的位置获取步骤如下:

[0072] 滤波器系数序列的任意一点 k ,其对称点是 $(N-k+1)$ 。如果将滤波器中的第 k 点和第 $(N-k+1)$ 点的系数同时置为0,则滤波器仍旧满足上式的正交条件;其中, N 为滤波器系数序列的长度。

[0073] 进一步的,以常用的全周波傅里叶算法计算基波相量为例,其采用正弦和余弦这一对正交的滤波器计算基波相量的实部 X_R 和虚部 X_I :

$$[0074] \begin{cases} X_R = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \\ X_I = -\frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \end{cases}$$

[0075] 其中, N 是每个工频周期的采样点数, $x(k)$, $k=1, \dots, N$ 是采样值序列。而正弦滤波器系数和余弦滤波器系数满足正交条件:

$$[0076] \sum_{k=1}^N \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) = 0$$

[0077] 以智能变电站常用的每工频周波80点采样为例($N=80$),绘制出滤波器系数如附图1(a)和图1(b)所示。从图中可以看出,滤波器系数序列的任意一点 k ,其对称点是 $(N-k+1)$ 。如果将滤波器中的第 k 点和第 $(N-k+1)$ 点的系数同时置为0,则滤波器仍旧满足上式的正交条件。

[0078] 为了证明本实施例所述方案的实用性,此处通过具体的实验数据进行证明:

[0079] 实验1:

[0080] 以 $N=80$ 的全周傅里叶算法为例,一个周波的采样值中,假设第4,5两点的采样值丢失,相量计算的实施步骤如下:

[0081] 步骤1:通过IEDs(智能监控设备)接收SAV报文,分析采样点丢失情况;

[0082] 步骤2:分析得出第4,5号采样点丢失,则根据丢失点在采样值序列中的位置,找到滤波器中对称点的序号为76,77;

[0083] 步骤3:将正弦和余弦滤波器中第76和77号系数置零,得到修改后的正弦和余弦滤波器;

[0084] 步骤4:将修改后的正弦和余弦滤波器作用于采样值序列,得到相量计算结果。

[0085] 修改后的滤波器的幅频特性见附图2(a)和图2(b),作为对比,图中还绘制了线性插值和抛物线插值后的全周傅里叶滤波器的幅频特性;从图中可以看出,本公开提出的相量计算方法,确保了滤波器在工频(50Hz)处幅频特性为1,具有最好的综合滤波效果,因而相量计算精度高。

[0086] 实验2:

[0087] 以 $N=80$ 的全周傅里叶算法为例,一个周波的采样值中,假设第33~37共五个的采样值丢失,相量计算的实施步骤如下:

[0088] 步骤1:IEDs接收SAV报文,分析采样点丢失情况;

[0089] 步骤2:分析得出第33~37号采样点丢失,则根据丢失点在采样值序列中的位置,找到滤波器中对称点的序号为44~48;

[0090] 步骤3:将正弦和余弦滤波器中第44~48号系数置零,得到修改后的正弦和余弦滤波器;

[0091] 步骤4:将修改后的正弦和余弦滤波器作用于采样值序列,得到相量计算结果。

[0092] 修改后的滤波器的幅频特性见附图3(a)和图3(b)。作为对比,图中还绘制了线性插值和抛物线插值后的全周傅里叶滤波器的幅频特性。从图中可以看出,本公开提出的相量计算方法,确保了滤波器在工频(50Hz)处幅频特性为1,具有最好的综合滤波效果,因而相量计算精度高。

[0093] 实施例二:

[0094] 本实施例的目的是提供另一种基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法。

[0095] 根据滤波器正交特性的性质,如果两个滤波器满足正交特性,则即使滤波器数据窗不足一个工频周期的长度,则其也能达到较好的滤波效果。这种由短于一个工频周期的采样序列计算得到的相量,被称为小矢量。

[0096] 基于上述技术构思,本实施例提出一种基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法,包括:

[0097] 获取包含有电压、电流采样值的报文数据;

[0098] 解析所述报文数据,分析采样点的丢失情况;

[0099] 将丢失点前后的采样点序列首尾相连,构成伪连续采样值序列;

[0100] 根据所述伪连续采样序列的长度,计算相应的正交滤波器系数;

[0101] 将所述正交滤波器作用于伪连续采样值序列,得到精确的相量计算结果;

[0102] 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析。

[0103] 进一步的,所述将丢失点前后的采样点序列首尾相连,具体包括:

[0104] 假设从第 k 点到 $k+q-1$ 点共 q 个采样点丢失,则可以将 $(k+q\sim N)$ 的采样序列与 $(1\sim k-1)$ 的采样序列首尾相接,构成长度为 $N-q$ 的伪连续采样序列:

[0105] $[x(N-k-q), \dots, x(N), x(1), \dots, x(k-1)]$

[0106] 然后采用长度为 $N-q$ 的正交滤波器计算相量(小矢量)即可。

[0107] 进一步的,以常用的全周波傅里叶算法计算基波相量为例,其采用正弦和余弦这一对正交的滤波器计算基波相量的实部 X_R 和虚部 X_I :

$$[0108] \quad \begin{cases} X_R = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \\ X_I = -\frac{2}{N} \sum_{k=1}^N x(k) \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \end{cases}$$

[0109] 其中,N是每个工频周期的采样点数,x(k),k=1,...,N是采样值序列。而正弦滤波器系数和余弦滤波器系数满足正交条件:

$$[0110] \quad \sum_{k=1}^N \cos\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N}k - \frac{\pi}{N}\right) = 0$$

[0111] 为了证明本公开所述方案的实用性,此处通过具体的实验数据进行证明:

[0112] 实验3:

[0113] 以N=80的全周傅里叶算法为例,一个周波的采样值中,假设第59~68共十个的采样值丢失,相量计算的实施步骤如下:

[0114] 步骤1:IEDs接收SAV报文,分析采样点丢失情况;

[0115] 步骤2:分析得出第59~68号采样点丢失,则伪连续采样序列的采样序号为:[69, 70, ..., 80, 1, 2, ..., 58],共70个采样点;

[0116] 步骤3:计算具有70个系数的正交滤波器的滤波系数及归一化系数;

[0117] 步骤4:将70个系数的正交滤波器作用于伪连续采样序列,得到相量计算结果。

[0118] 进一步的,70个系数的滤波器的幅频特性见附图4(a)和图4(b);作为对比,图中还绘制了线性插值和抛物线插值后的全周傅里叶滤波器的幅频特性。从图中可以看出,本专利提出的相量计算方法,确保了滤波器在工频(50Hz)处幅频特性为1,具有最好的综合滤波效果,因而相量计算精度高。

[0119] 实施例三:

[0120] 本实施例的目的是提供一种电子设备。

[0121] 一种电子设备,包括、存储器、处理器及存储在存储器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现以下步骤,包括:

[0122] 获取包含有电压、电流采样值序列的报文数据;

[0123] 解析所述报文数据,分析采样点的丢失情况;

[0124] 针对丢失的采样点在采样值序列中的位置,寻找滤波器中对称点的位置;

[0125] 将一对正交滤波器中对称点的系数置零,得到修改后的正交滤波器;

[0126] 将修改后的正交滤波器作用于所述采样值序列,得到精确的相量计算结果;

[0127] 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析。

[0128] /或

[0129] 获取包含有电压、电流采样值的报文数据;

[0130] 解析所述报文数据,分析采样点的丢失情况;

[0131] 将丢失点前后的采样点序列首尾相连,构成伪连续采样值序列;

[0132] 根据所述伪连续采样序列的长度,计算相应的正交滤波器系数;

[0133] 将所述正交滤波器作用于伪连续采样值序列,得到精确的相量计算结果;

[0134] 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析。

[0135] 实施例四：

[0136] 本实施例的目的是提供一种计算机可读存储介质。

[0137] 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该程序被处理器执行时实现以下步骤，包括：

[0138] 获取包含有电压、电流采样值序列的报文数据；

[0139] 解析所述报文数据，分析采样点的丢失情况；

[0140] 针对丢失的采样点在采样值序列中的位置，寻找滤波器中对称点的位置；

[0141] 将一对正交滤波器中对称点的系数置零，得到修改后的正交滤波器；

[0142] 将修改后的正交滤波器作用于所述采样值序列，得到精确的相量计算结果；

[0143] 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析；

[0144] /或

[0145] 获取包含有电压、电流采样值的报文数据；

[0146] 解析所述报文数据，分析采样点的丢失情况；

[0147] 将丢失点前后的采样点序列首尾相连，构成伪连续采样值序列；

[0148] 根据所述伪连续采样序列的长度，计算相应的正交滤波器系数；

[0149] 将所述正交滤波器作用于伪连续采样值序列，得到精确的相量计算结果；

[0150] 根据计算得到的相量对变电站的电压和电流进行分析。

[0151] 上述实施例提供的基于滤波器正交特性的采样值丢失情况下的相量计算方法完全可以实现，具有广阔的应用前景。

[0152] 以上所述仅为本公开的优选实施例而已，并不用于限制本公开，对于本领域的技术人员来说，本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

[0153] 上述虽然结合附图对本公开的具体实施方式进行了描述，但并非对本公开保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本公开的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本公开的保护范围以内。

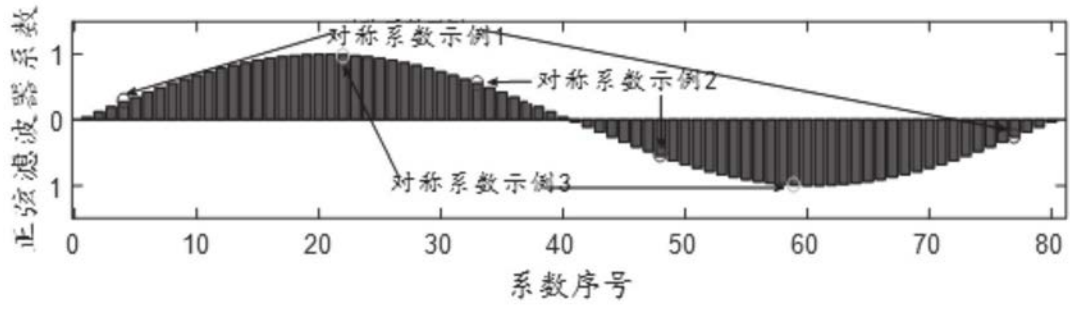


图1 (a)

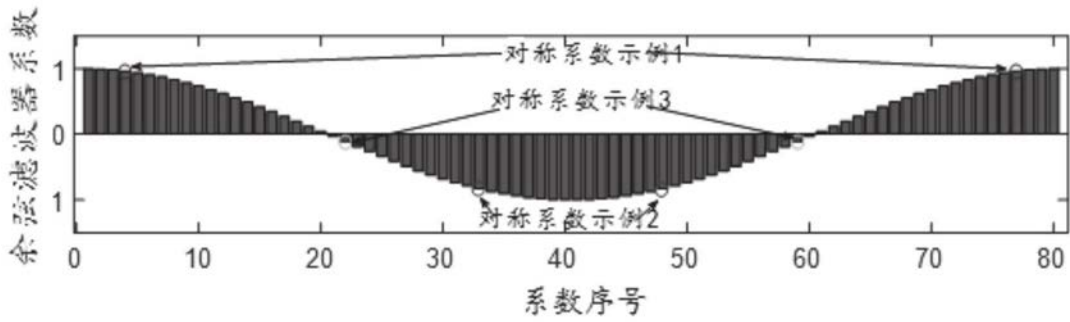


图1 (b)

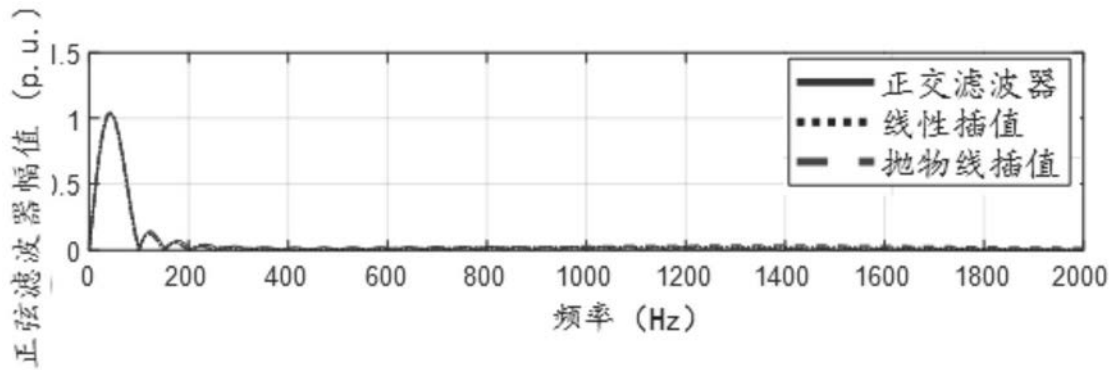


图2 (a)

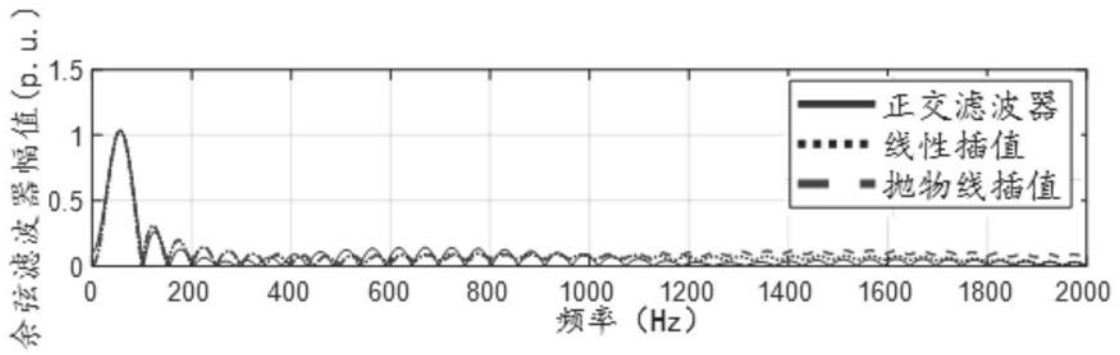


图2 (b)

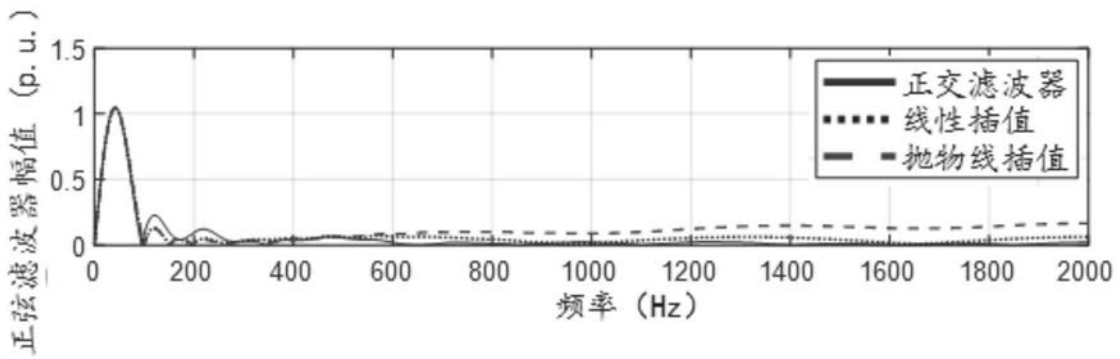


图3 (a)

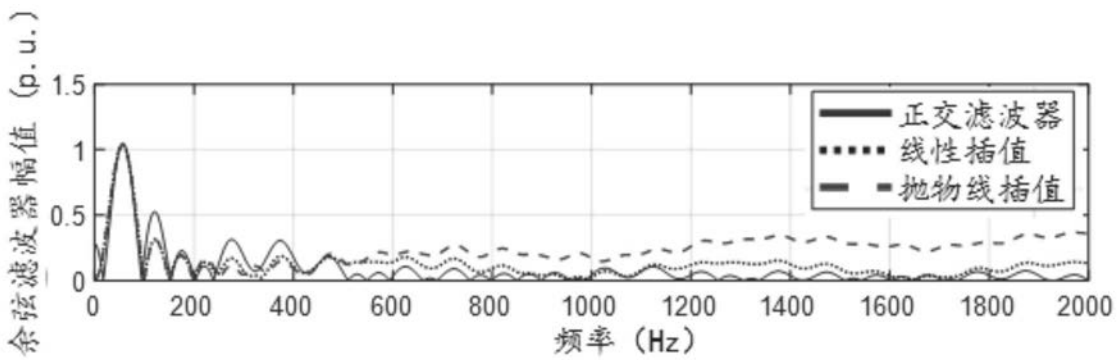


图3 (b)

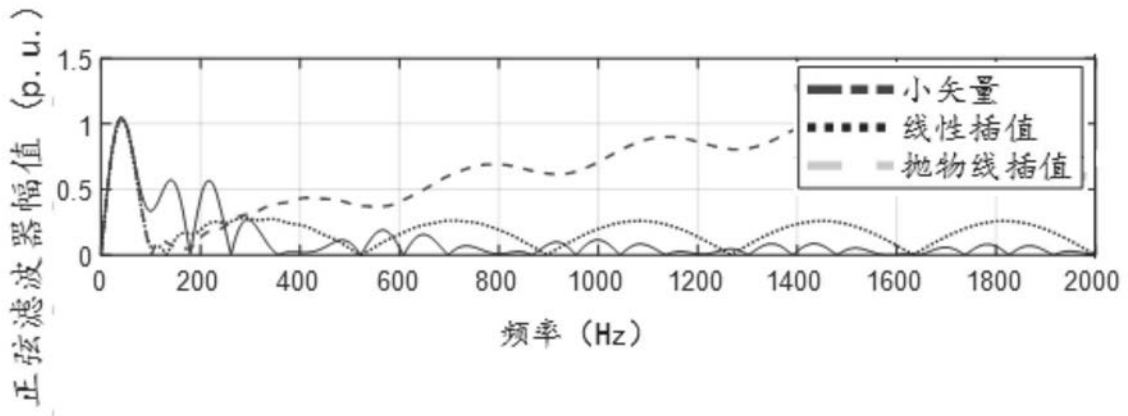


图4(a)

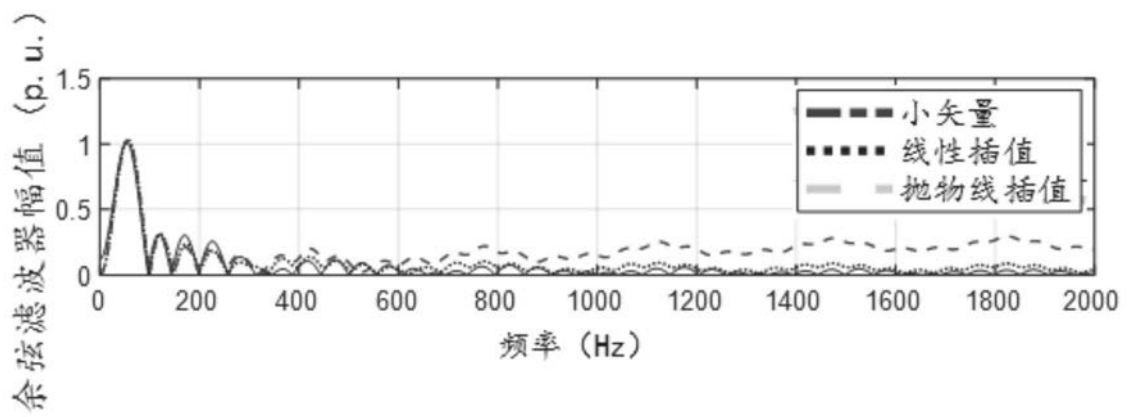


图4(b)