

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102401866 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 04

(21) 申请号 201110418263. 0

(22) 申请日 2011. 12. 13

(71) 申请人 广东电网公司佛山供电局

地址 528000 广东省佛山市禅城区汾江南路
1 号

申请人 广东威恒电力技术开发有限公司

(72) 发明人 张依群 李林发 区伟潮 张乾良
徐子利 任欣元 张永良 姬黎波
何盛全

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224

代理人 王茹 曾旻辉

(51) Int. Cl.

G01R 31/00(2006. 01)

G01R 27/02(2006. 01)

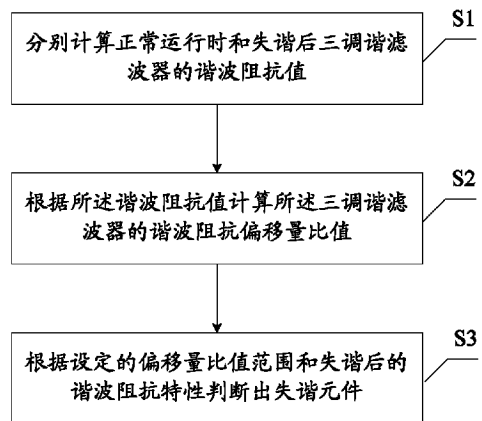
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法,包括以下步骤:S1:分别计算正常运行时和失谐后三调谐滤波器的谐波阻抗值;S2:根据所述谐波阻抗值计算所述三调谐滤波器的谐波阻抗偏移量比值;S3:根据设定的偏移量比值范围和失谐后的谐波阻抗特性判断出失谐元件。本发明的方法过程简单,物理意义清晰,从而能快速准确地检测出三调谐直流滤波器中的失谐故障元件,且算法也易于在工程上实现。



1. 一种三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:分别计算正常运行时和失谐后三调谐滤波器的谐波阻抗值;

S2:根据所述谐波阻抗值计算所述三调谐滤波器的谐波阻抗偏移量比值;

S3:根据设定的偏移量比值范围和失谐后的谐波阻抗特性判断出失谐元件。

2. 根据权利要求1所述的三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法,其特征在于,所述S1:分别计算正常运行时和失谐后三调谐滤波器的谐波阻抗值包括以下步骤:

采集正常运行时的直流三调谐滤波器的高压端的测量电压和电流瞬时值,并采用相量滤波算法分别计算正常运行时的12次和36次谐波电压和电流相量,根据所述谐波电压和电流相量计算正常运行时三调谐滤波器的12次和36次谐波阻抗值;

采集失谐后直流三调谐滤波器的高压端的测量电压和电流瞬时值,并采用相量滤波算法分别计算失谐后的12次和36次谐波电压和电流相量,根据所述谐波电压和电流相量计算失谐后的三调谐滤波器的12次和36次谐波阻抗值。

3. 根据权利要求2所述的三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法,其特征在于,所述根据所述谐波电压和电流相量计算正常运行时三调谐滤波器的12次和36次谐波阻抗值包括:

$$Z_{12} = \frac{\dot{U}_{12}}{\dot{I}_{12}}$$

$$Z_{36} = \frac{\dot{U}_{36}}{\dot{I}_{36}}$$

其中, \dot{U}_{12} 、 \dot{U}_{36} 是正常运行时的12次和36次谐波电压, \dot{I}_{12} 、 \dot{I}_{36} 是正常运行时的12次和36次谐波电流相量, Z_{12} 、 Z_{36} 是正常运行时的12次和36次谐波阻抗值;

所述根据所述谐波电压和电流相量计算失谐后的三调谐滤波器的12次和36次谐波阻抗值包括:

$$Z'_{12} = \frac{\dot{U}'_{12}}{\dot{I}'_{12}}$$

$$Z'_{36} = \frac{\dot{U}'_{36}}{\dot{I}'_{36}}$$

其中, \dot{U}'_{12} 、 \dot{U}'_{36} 是失谐后的12次和36次谐波电压, \dot{I}'_{12} 、 \dot{I}'_{36} 是失谐后的12次和36次谐波电流相量, Z'_{12} 、 Z'_{36} 是失谐后的12次和36次谐波阻抗值。

4. 根据权利要求3所述的三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法,其特征在于,所述S2:根据所述谐波阻抗值计算所述三调谐滤波器的谐波阻抗偏移量比值的计算过程包括:

$$\Delta Z_{12} = Z'_{12} - Z_{12}$$

$$\Delta Z_{36} = Z'_{36} - Z_{36}$$

$$k = \left| \frac{\Delta Z_{12}}{\Delta Z_{36}} \right|;$$

其中, ΔZ_{12} 、 ΔZ_{36} 是12次和36次谐波阻抗偏移量,k是谐波阻抗偏移量比值。

5. 根据权利要求4所述的三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法,其特征在于,所

述 S3 :根据设定的偏移量比值范围和失谐后的谐波阻抗特性判断出失谐元件的过程包括 :

(a) 谐波阻抗特性呈感性时 :

若 $2.7 \leq k \leq 3.2$, 则 C_1 为故障元件 ;

若 $0.33 \leq k \leq 0.36$, 则 L_1 为故障元件 ;

若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{30(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{9(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2}$, 则 C_2 为故障元件 ;

若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{3.3(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2} \leq k \leq \frac{2(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{3(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2}$, 则 L_2 为故障元件 ;

若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{30(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{12(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2}$, 则 C_3 为故障元件 ;

若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{3(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{2(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2}$, 则 L_3 为故障元件 ;

(b) 谐波阻抗特性呈容性时 :

若 $2.9 \leq k \leq 3.3$, 则 C_1 为故障元件 ;

若 $0.30 \leq k \leq 0.36$, 则 L_1 为故障元件 ;

若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{54(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{21(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2}$, 则 C_2 为故障元件 ;

若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{6(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{2.7(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2}$, 则 L_2 为故障元件 ;

若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{81(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{24(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2}$, 则 C_3 为故障元件 ;

若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{9(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{3(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2}$, 则 L_3 为故障元件 ;

其中, ω_{12} 、 ω_{36} 为 12 次和 36 次谐波角频率, k 为谐波阻抗偏移量比值, C_1 、 L_2 、 C_2 、 L_2 、 C_3 、 L_3 为直流滤波装置的元件参数。

三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法,属于电力系统控制保护技术领域。

背景技术

[0002] 近年来,我国加快了直流输电工程的建设。在直流输电系统中,换流器作为一大功率、非线性电力电子元件会在直流系统及其所连接的交流系统产生大量的谐波。目前抑制直流系统谐波最广泛采用的方法是装设无源型直流滤波器。常用的无源滤波器有单调谐滤波器、双调谐滤波器、三调谐滤波器以及高通滤波器等。三调谐滤波器由于其具有良好的滤波特性和经济性受到了越来越多的关注,并已在高压及特高压直流输电工程中得到了应用。

[0003] 三调谐直流滤波器一般由电感和电容元件组成,如图 1 所示,三调谐滤波器的结构包括串联连接的 C_1 、 L_1 , 并联连接的 C_2 、 L_2 和并联连接的 C_3 、 L_3 , 在调谐频率处滤波器呈现低阻抗,谐波电流经由滤波器通道滤除。在运行过程中,由于温度变化或直流滤波器元件老化所导致的滤波器元件参数变化均会造成滤波器的调谐特性发生变化,使直流滤波器的实际谐振频率偏离设计值,从而影响滤波器的滤波效果,进而影响系统的正常运行。当滤波器元件参数超出允许的变化范围时,失谐保护将动作。为定位出滤波器中参数发生微变的元件,在失谐保护动作后,仍需对滤波器中所有的元件进行检测,工作量大且较繁琐。由于在实际工程中滤波器中单一元件参数微变的概率最大,因此,直流滤波器中的单一元件参数渐变引起失谐故障,如果在滤波器失谐保护动作的同时,能够快速准确地实现故障元件检测,将大大缩短滤波器修复时间,提高其可用度。然而,目前这方面的研究还很少,已有的基于启发式算法的检测方法依赖于样本集的选取及属性空间的划分,算法复杂,不易于工程实现。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法,解决已有的基于启发式算法的检测方法依赖于样本集的选取及属性空间的划分,算法复杂,不易于工程实现的问题。

[0005] 一种三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法,包括以下步骤:

[0006] S1:分别计算正常运行时和失谐后三调谐滤波器的谐波阻抗值;

[0007] S2:根据所述谐波阻抗值计算所述三调谐滤波器的谐波阻抗偏移量比值;

[0008] S3:根据设定的偏移量比值范围和失谐后的谐波阻抗特性判断出失谐元件。

[0009] 与现有技术相比,本发明的技术通过分别计算正常运行时和失谐后三调谐滤波器的谐波阻抗值,依据其计算出谐波阻抗偏移量比值,由设定的偏移量比值范围及失谐后的谐波阻抗特性判断所计算的谐波阻抗偏移量比值,由判断结果确定失谐元件,整个方法过程简单,物理意义清晰,从而能快速准确地检测出三调谐直流滤波器中的失谐故障元件,且

算法也易于在工程上实现。

附图说明

[0010] 图 1 是三调谐滤波器的结构示意图；

[0011] 图 2 是本发明的三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法的流程图。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图和实施例对本发明的三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法作详细描述。

[0013] 参见图 2 所述,本发明的技术方案包括如下步骤:

[0014] S1:分别计算正常运行时和失谐后三调谐滤波器的谐波阻抗值。

[0015] 作为一个实施例,S1 包括如下步骤:

[0016] 采集正常运行时的直流三调谐滤波器的高压端的测量电压和电流瞬时值,并采用相量滤波算法分别计算正常运行时的 12 次和 36 次谐波电压和电流相量,根据所述谐波电压和电流相量计算正常运行时三调谐滤波器的 12 次和 36 次谐波阻抗值;具体地,计算阻抗值的过程可以用以下公式表示:

$$[0017] \quad Z_{12} = \frac{\dot{U}_{12}}{\dot{I}_{12}}; \dots\dots (1)$$

$$[0018] \quad Z_{36} = \frac{\dot{U}_{36}}{\dot{I}_{36}}; \dots\dots (2)$$

[0019] 其中, \dot{U}_{12} 、 \dot{U}_{36} 是正常运行时的 12 次和 36 次谐波电压, \dot{I}_{12} 、 \dot{I}_{36} 是正常运行时的 12 次和 36 次谐波电流相量, Z_{12} 、 Z_{36} 是正常运行时的 12 次和 36 次谐波阻抗值。

[0020] 采集失谐后直流三调谐滤波器的高压端的测量电压和电流瞬时值,并采用相量滤波算法分别计算失谐后的 12 次和 36 次谐波电压和电流相量,根据所述谐波电压和电流相量计算失谐后的三调谐滤波器的 12 次和 36 次谐波阻抗值;具体地,计算阻抗值的过程可以用以下公式表示:

$$[0021] \quad Z'_{12} = \frac{\dot{U}'_{12}}{\dot{I}'_{12}}; \dots\dots (3)$$

$$[0022] \quad Z'_{36} = \frac{\dot{U}'_{36}}{\dot{I}'_{36}}; \dots\dots (4)$$

[0023] 其中, \dot{U}'_{12} 、 \dot{U}'_{36} 是失谐后的 12 次和 36 次谐波电压, \dot{I}'_{12} 、 \dot{I}'_{36} 是失谐后的 12 次和 36 次谐波电流相量, Z'_{12} 、 Z'_{36} 是失谐后的 12 次和 36 次谐波阻抗值。

[0024] S2:根据所述谐波阻抗值计算所述三调谐滤波器的谐波阻抗偏移量比值。

[0025] 具体地,计算谐波阻抗偏移量比值的计算过程,可以用以下公式表示:

$$[0026] \quad \Delta Z_{12} = Z'_{12} - Z_{12}; \dots\dots (5)$$

$$[0027] \quad \Delta Z_{36} = Z'_{36} - Z_{36}; \dots\dots (6)$$

$$[0028] \quad k = \left| \frac{\Delta Z_{12}}{\Delta Z_{36}} \right|; \dots\dots (7)$$

[0029] 其中, ΔZ_{12} 、 ΔZ_{36} 是 12 次和 36 次谐波阻抗偏移量, k 是谐波阻抗偏移量比值。

[0030] S3: 根据设定的偏移量比值范围和失谐后的谐波阻抗特性判断出失谐元件。

[0031] 对于上述判断失谐元件的过程, 作为一个实施例, 根据上述计算得到的 k 值, 结合失谐后谐波阻抗的特性 (容性或感性), 再根据以下设定的偏移量比值范围来判断具体的失谐元件, 具体的判断方法如下:

[0032] (a) 谐波阻抗特性呈感性时:

[0033] 若 $2.7 \leq k \leq 3.2$, 则 C_1 为故障元件;

[0034] 若 $0.33 \leq k \leq 0.36$, 则 L_1 为故障元件;

[0035] 若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{30(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{9(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2}$, 则 C_2 为故障元件;

[0036] 若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{3.3(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2} \leq k \leq \frac{2(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{3(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2}$, 则 L_2 为故障元件;

[0037] 若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{30(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{12(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2}$, 则 C_3 为故障元件;

[0038] 若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{3(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{2(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2}$, 则 L_3 为故障元件。

[0039] (b) 谐波阻抗特性呈容性时:

[0040] 若 $2.9 \leq k \leq 3.3$, 则 C_1 为故障元件;

[0041] 若 $0.30 \leq k \leq 0.36$, 则 L_1 为故障元件;

[0042] 若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{54(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{21(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2}$, 则 C_2 为故障元件;

[0043] 若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{6(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_2 C_2)^2}{2.7(1-\omega_{12}^2 L_2 C_2)^2}$, 则 L_2 为故障元件;

[0044] 若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{81(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{24(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2}$, 则 C_3 为故障元件;

[0045] 若 $\frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{9(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2} \leq k \leq \frac{(1-\omega_{36}^2 L_3 C_3)^2}{3(1-\omega_{12}^2 L_3 C_3)^2}$, 则 L_3 为故障元件。

[0046] 其中, ω_{12} 、 ω_{36} 为 12 次和 36 次谐波角频率, 由 12 次 /36 次谐波确定, k 为谐波阻抗偏移量比值, C_1 、 L_1 、 C_2 、 L_2 、 C_3 、 L_3 为直流滤波装置的元件参数。

[0047] 请参阅表 1, 表 1 为一特高压直流输电系统的直流滤波装置的具体参数。

[0048] 表 1:

[0049]	元件参数	$C_1 / \mu F$	1.2
		L_1 / mH	14.496
		$C_2 / \mu F$	3.361
		L_2 / mH	13.84
		$C_3 / \mu F$	4.355
		L_3 / mH	2.747

[0050] 根据上述表 1 的元件参数和 12 次 /36 次谐波 (ω), 代入上述判断方法中的 (a)、(b) 进行计算, 即:

[0051] (a) 谐波阻抗呈感性时:

[0052] 若 $2.7 \leq k \leq 3.2$, 则 C_1 为故障元件;

[0053] 若 $0.33 \leq k \leq 0.36$, 则 L_1 为故障元件;

[0054] 若 $7.11 \leq k \leq 23.7$, 则 C_2 为故障元件;

[0055] 若 $64.64 \leq k \leq 142.22$, 则 L_2 为故障元件;

[0056] 若 $0.0136 \leq k \leq 0.034$, 则 C_3 为故障元件;

[0057] 若 $0.136 \leq k \leq 0.272$, 则 L_3 为故障元件。

[0058] (b) 谐波阻抗特性呈容性时:

[0059] 若 $2.9 \leq k \leq 3.3$, 则 C_1 为故障元件;

[0060] 若 $0.30 \leq k \leq 0.36$, 则 L_1 为故障元件;

[0061] 若 $3.955 \leq k \leq 10.158$, 则 C_2 为故障元件;

[0062] 若 $35.554 \leq k \leq 79.001$, 则 L_2 为故障元件;

[0063] 若 $0.005 \leq k \leq 0.017$, 则 C_3 为故障元件;

[0064] 若 $0.0453 \leq k \leq 0.136$, 则 L_3 为故障元件。

[0065] 下面以基于 ATP-EMTP 对该特高压直流输电系统的直流滤波装置中各元件参数发生 $\pm 20\%$ 范围内 (元件发生失谐故障参数变化一般在该范围内), 对 k 值的偏移进行仿真计算, 进一步验证本发明的三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法准确性。

[0066] 具体地, 选择其中一个元件的参数作为变量, 其它元件参数不变, 对变量的参数进行微变, 利用公式 (1) 至公式 (7) 计算出的偏移量比值 k 的范围。通过上述方法分别计算出 C_1 、 L_1 、 C_2 、 L_2 、 C_3 、 L_3 在相应变化范围内对应的 k 值范围。

[0067] 请参阅表 2, 表 2 列出了特高压直流输电系统直流滤波器元件参数偏移相应的范围时, k 值的变化范围。

[0068] 表 2

[0069]

元件	元件参数偏移范围	k 值变化范围
C1	0.5%~20%	[2.8633, 2.9681]
	-0.5%~-20%	[3.0054, 3.1481]
L1	1%~20%	[0.3331, 0.3436]
	-1%~-20%	[0.3221, 0.3326]
C2	1%~20%	[7.343, 15.9537]
	-1%~-20%	[4.3328, 8.5898]
L2	1%~20%	[69.6691, 138.2987]
	-1%~-20%	[39.9083, 71.5955]
C3	1%~20%	[0.01692, 0.02632]
	-1%~-20%	[0.006067, 0.0125]
L3	1%~20%	[0.1638, 0.2333]
	-1%~-20%	[0.05466, 0.1063]

[0070]

[0071] 从表 2 中仿真计算的结果可以看出, k 值范围在上述判断方法 (a)、(b) 确定的范围内, 验证了本发明的三调谐直流滤波器失谐故障元件检测方法能正确判别出失谐滤波器中的故障元件。

[0072] 以上所述的本发明实施方式, 并不构成对本发明保护范围的限定。任何在本发明的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等, 均应包含在本发明的权利要求保护范围之内。

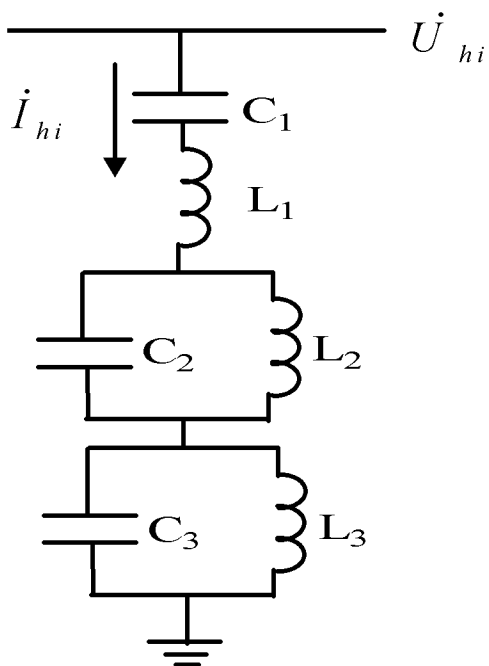


图 1

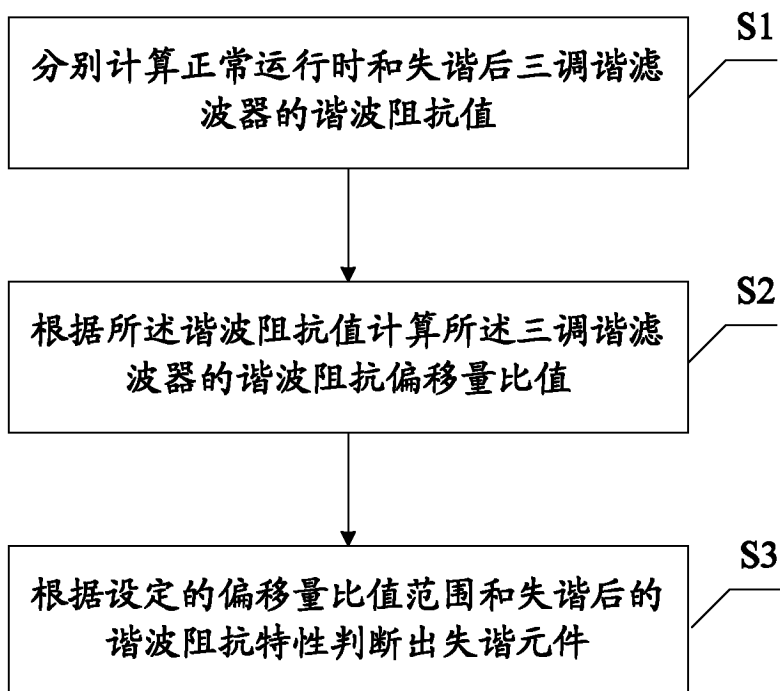


图 2