(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108287006 A
(43)申请公布日 2018.07.17

(21)申请号 201810044322.4

(22)申请日 2018.01.15

(71)申请人 中国南方电网有限责任公司超高压输电公司广州局
地址 510663 广东省广州市黄埔区科学城科学大道223号2号楼

(72)发明人 李靖翔 王帅伊 焦炯 赖浩杨洋 郑星星 李兴 杨天贵郭卫明 王清君 陈立

(74)专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001
代理人 黄培智 袁嘉恩

(51)Int.Cl.
G01F 23/22(2006.01)
G01F 23/00(2006.01)
G01M 3/02(2006.01)

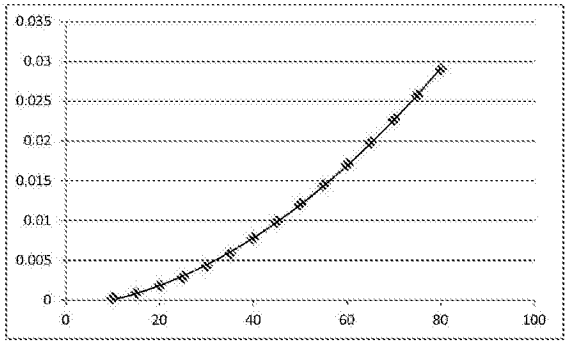
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

基于温度补偿和最小二乘法的阀冷系统轻微渗漏监测方法

(57)摘要

基于温度补偿和最小二乘法的阀冷系统轻微渗漏监测方法，所述的阀冷系统包括依次通过管道连接并形成回路的主循环泵、主过滤器、换流阀、膨胀水箱、冷却塔；所述的膨胀水箱与主循环泵连接，所述的膨胀水箱内部设有水位传感器；优点是，有效解决换流站阀冷内冷水轻微漏水检测手段空白的问题，有利于减少直流系统非计划停电时间，提高直流系统的稳定性，具有广阔的推广应用价值。



CN 108287006 A

1.基于温度补偿和最小二乘法的阀冷系统轻微渗漏监测方法，其特征在于，所述的阀冷系统包括依次通过管道连接并形成回路的主循环泵、主过滤器、换流阀、膨胀水箱、冷却塔；所述的膨胀水箱与主循环泵连接，所述的膨胀水箱内部设有水位传感器；所述的监测方法具体步骤如下：

步骤1.所述的膨胀水箱为敞开式水箱，用于补偿温差引起的水体积变化，监测内冷水管路水位，从而得到膨胀水箱水量V_L为：

$V_L=V_{out}+C$　(1)

其中，V_{out}为换流阀出水体积，m^3；C为膨胀水箱水量V_L的变化值；

设标准温度T_0下的水体积为V_0，则温度T下的水体积V_T为：

$V_T=(1+\alpha)V_0$　(2)

其中，α为为温度T下水膨胀系数；

将公式(2)代入公式(1)得出膨胀水箱水位L为：

$L_0=(L_T+\alpha C/S)/(1+\alpha)$　(3)

其中，L_T为T温度下膨胀水箱水水位，m；L_0为标准温度下膨胀水箱水水位，m；S为膨胀水箱底部面积，m^2；

从而得出

$$C/S=\frac{(1+\alpha_{T2})L_{T1}+(1+\alpha_{T1})L_{T2}}{\alpha_{T2}(1+\alpha_{T1})-\alpha_{T1}(1+\alpha_{T2})} \quad (4)$$

在已知温度T下的膨胀水箱水位L_T后，便能换算至标准温度T_0的膨胀水箱水量L_0，从而获得标准温度下的膨胀水箱水位数据集合；

步骤2.通过最小二乘法将膨胀水箱水位变化曲线拟合出线性回归方程，在获得L_0的数据集合后，根据公式(4)得出趋势判断k的计算公式为：

$$k=\frac{\overline{TL_0}-\overline{T}\,\overline{L_0}}{\overline{T^2}-\overline{T}^2} \quad (5)；$$

步骤3.对膨胀水箱的情况进行判断，取膨胀水箱数据库中每w个时间点作为一组数据，其中w值为四舍五入取整数，每组数据与前组数据相隔5个点，若有w个时间点数据的话，通过上述公式计算可获得n＝w/5个k，若k＜0的组数为m，则当m/n＞70％时，判断内冷水系统在分析时间段内存在渗漏水缺陷并发出警报。

2.根据权利要求1所述的基于温度补偿和最小二乘法的阀冷系统轻微渗漏监测方法，其特征在于，所述的步骤1中公式(1)的推断过程为，内冷水管路的水根据温度的不同，可以分为流入换流阀的水和从换流阀流出的水；设内冷水总体积为V，换流阀进水体积为V_{in}，换流阀出水体积为V_{out}，内冷水管路容量为V_n，由于内冷水管路容量V_n为定值，膨胀水箱水量为$V_L=V_{in}+V_{out}-V_n$；根据水的热膨胀特性，随着内冷水进水温度T_{in}和内冷水出水温度T_{out}的升高，内冷水总体积V增大；在阀冷控制系统中，内冷水温度经过冷却塔冷却，T_{in}被整定为固定值40℃，且内冷水进水管道未与膨胀水箱直接连接，其管道容量固定，在冷却塔冷却能力充足的情况下，V_{in}近似为一个恒定值，则内冷水总体积V主要与内冷水出水温度T_{out}有关，从而得出公式(1)。

基于温度补偿和最小二乘法的阀冷系统轻微渗漏监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电网阀冷系统的维护技术领域，具体为基于温度补偿和最小二乘法的阀冷系统轻微渗漏监测方法。

背景技术

[0002] 直流输电系统各极需配备一套阀冷系统，阀冷系统是高压直流输电系统中重要的辅助部分，它将阀体上各元件的功耗发热量排放到阀厅外，保证晶闸管运行结温在正常范围内。每一套阀冷系统可分为内冷水系统和外冷水系统两个部分，其中内冷水系统为密闭式循环水系统，由主循环泵、主过滤器、膨胀水箱、冷却塔、换流阀众多水冷管道等组成，其主要功能是将换流阀上各元件的功耗发热量排放到阀厅外，保证晶闸管运行结温在正常范围内，确保其可靠运行。外冷系统用于冷却内冷系统温度。

[0003] 其中内冷系统的膨胀水箱为敞开式水箱，用于监测内冷水管路水位和控制补水泵对内冷水系统补水，同时用于补偿温差引起的水体积变化，并对内冷水系统的少量渗漏水进行补充，通过其水位变化可以反映内冷水系统是否存在渗漏。膨胀水箱配备了水位传感器，通过膨胀水箱的水位来检测内冷水水量。膨胀水箱水位低于33.3%时，补水泵自动启动进行补水；水位低于15%时，系统发膨胀水箱水位低告警；水位低于5%时，主循环泵自动停运，直流输电系统相应极停运。

[0004] 按照目前一般规程，发生下列情况之一阀冷系统认为内冷水管路存在漏水现象，阀冷系统向极控发出漏水告警信号：(1)10s内膨胀水箱水位下降2%；(2)补水泵持续运行达2h；(3)补水泵在24h内启动两次。由此可以看出，相关定值的设定是假设于阀冷系统有较严重的漏水，对于数小时才会导致膨胀水箱水位下降的轻微漏水情况，无法进行有效的检测。阀内冷水管道较长，尤其是水流经换流阀时分成了很多细小的管道，且接口众多，在长期运行过程中，很容易出现漏水的现象。根据目前的运行数据来看，轻微漏水的故障占绝大多数，如果漏水点在换流阀处，则可能会造成换流阀短路，对设备的危害非常大。另外，由于换流阀温度高，细微漏水很容易被蒸干，使得漏水点不容易发现。因此，有必要研究一种有效检测内冷水轻微漏水的方法。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服上述现有技术的缺点，提供一种判断膨胀水箱液位在一段时间内的变化趋势的基于温度补偿和最小二乘法的阀冷系统轻微渗漏监测方法。

[0006] 本发明是通过以下技术方案来实现的：

[0007] 基于温度补偿和最小二乘法的阀冷系统轻微渗漏监测方法，所述的阀冷系统包括依次通过管道连接并形成回路的主循环泵、主过滤器、换流阀、膨胀水箱、冷却塔；所述的膨胀水箱与主循环泵连接，所述的膨胀水箱内部设有水位传感器；所述的监测方法具体步骤如下：

[0008] 步骤1.所述的膨胀水箱为敞开式水箱，用于补偿温差引起的水体积变化，监测内

冷水管路水位，从而得到膨胀水箱水量V_L为：

[0009] $V_L = V_{out} + C$ (1)

[0010] 其中，V_{out}为换流阀出水体积，m^3；C为膨胀水箱水量V_L的变化值；

[0011] 设标准温度T_0下的水体积为V_0，则温度T下的水体积V_T为：

[0012] $V_T = (1+\alpha)V_0$ (2)

[0013] 其中，α为为温度T下水膨胀系数；

[0014] 将公式(2)代入公式(1)得出膨胀水箱水位L为：

[0015] $L_0 = (L_T + \alpha C/S)/(1+\alpha)$ (3)

[0016] 其中，L_T为T温度下膨胀水箱水水位，m；L_0为标准温度下膨胀水箱水水位，m；S为膨胀水箱底部面积，m^2；

[0017] 从而得出

$$C/S = \frac{(1+\alpha_{T2})L_{T1} + (1+\alpha_{T1})L_{T2}}{\alpha_{T2}(1+\alpha_{T1}) - \alpha_{T1}(1+\alpha_{T2})} \quad (4)$$

[0018] 在已知温度T下的膨胀水箱水位L_T后，便能换算至标准温度T_0的膨胀水箱水量L_0，从而获得标准温度下的膨胀水箱水位数据集合；

[0019] 步骤2.通过最小二乘法将膨胀水箱水位变化曲线拟合出线性回归方程，在获得L_0的数据集合后，根据公式(4)得出趋势判断k的计算公式为：

[0020] $$k = \frac{\overline{TL_0} - \overline{T}\,\overline{L_0}}{\overline{T^2} - \overline{T}^2} \quad (5)$$；

[0021] 步骤3.对膨胀水箱的情况进行判断，取膨胀水箱数据库中每w个时间点作为一组数据，其中w值为四舍五入取整数，每组数据与前组数据相隔5个点，若有w个时间点数据的话，通过上述公式计算可获得n＝w/5个k，若k＜0的组数为m，则当m/n＞70％时，判断内冷水系统在分析时间段内存在渗漏水缺陷并发出警报。

[0022] 根据上述方案的改进，所述的步骤1中公式(1)的推断过程为，内冷水管路的水根据温度的不同，可以分为流入换流阀的水和从换流阀流出的水；设内冷水总体积为V，换流阀进水体积为V_{in}，换流阀出水体积为V_{out}，内冷水管路容量为V_n，由于内冷水管路容量V_n为定值，膨胀水箱水量为$V_L = V_{in} + V_{out} - V_n$；根据水的热膨胀特性，随着内冷水进水温度$T_{in}$和内冷水出水温度$T_{out}$的升高，内冷水总体积V增大；在阀冷控制系统中，内冷水温度经过冷却塔冷却，T_{in}被整定为固定值40℃，且内冷水进水管道未与膨胀水箱直接连接，其管道容量固定，在冷却塔冷却能力充足的情况下，V_{in}近似为一个恒定值，则内冷水总体积V主要与内冷水出水温度T_{out}有关，从而得出公式(1)。

[0023] 本发明具有以下有益效果：

[0024] 1、有效解决换流站阀冷内冷水轻微漏水检测手段空白的问题，有利于减少直流系统非计划停电时间，提高直流系统的稳定性，具有广阔的推广应用价值。

[0025] 2、成果适用于采用水循环系统对换流阀进行一次冷却的换流站，由于国内换流站大多采用该冷却方法，其阀冷系统结构与功能具有一致性，成果可以在南方电网甚至国内电力企业的其他换流站进行推广及应用。

附图说明

[0026] 图1为水膨胀系数α与水温T的关系曲线图。

具体实施方式

[0027] 实施例

[0028] 基于温度补偿和最小二乘法的阀冷系统轻微渗漏监测方法，所述的阀冷系统包括依次通过管道连接并形成回路的主循环泵、主过滤器、换流阀、膨胀水箱、冷却塔；所述的膨胀水箱与主循环泵连接，所述的膨胀水箱内部设有水位传感器；所述的监测方法具体步骤如下：

[0029] 步骤1.内冷水管路的水根据温度的不同，可以分为流入换流阀的水和从换流阀流出的水；设内冷水总体积为V，换流阀进水体积为V_{in}，换流阀出水体积为V_{out}，内冷水管路容量为V_n，由于内冷水管路容量V_n为定值，膨胀水箱水量为$V_L=V_{in}+V_{out}-V_n$；根据水的热膨胀特性，随着内冷水进水温度T_{in}和内冷水出水温度T_{out}的升高，内冷水总体积V增大；在阀冷控制系统中，内冷水温度经过冷却塔冷却，T_{in}被整定为固定值40℃，且内冷水进水管道未与膨胀水箱直接连接，其管道容量固定，在冷却塔冷却能力充足的情况下，V_{in}近似为一个恒定值，则内冷水总体积V主要与内冷水出水温度T_{out}有关，所述的膨胀水箱为敞开式水箱，用于补偿温差引起的水体积变化，监测内冷水管路水位，从而得到膨胀水箱水量V_L为：

[0030] $$V_L=V_{out}+C \quad (1)$$

[0031] 其中，V_{out}为换流阀出水体积，m^3；C为膨胀水箱水量V_L的变化值。

[0032] 根据水的热膨胀特性，随着换流阀进水温度T_{in}和换流阀出水温度T_{out}的升高，内冷水总体积V增大，水膨胀系数α与水温T的关系为$\alpha=f(T)$，如图1所示；设标准温度T_0下的水体积为V_0，则温度T下的水体积V_T为：

[0033] $$V_T=(1+\alpha)V_0 \quad (2)$$

[0034] 其中，α为为温度T下水膨胀系数，其数值如表1所示：

[0035]

水膨胀系数	
温度（℃）	膨胀系数
30	0.00425
35	0.00582
40	0.00782
45	0.00984
50	0.01207
55	0.01447
60	0.01704
65	0.01979
备注：膨胀系数选取原则为超过表上有的温度则按照高一级选择，即31℃时采用35℃的膨胀系数。	

[0036] 表1

[0037] 将公式(2)代入公式(1)得出膨胀水箱水位L为：

[0038] $L_0 = (L_T + \alpha C/S) / (1+\alpha)$ (3)

[0039] 其中，L_T为T温度下膨胀水箱水水位，m；L_0为标准温度下膨胀水箱水水位，m；S为膨胀水箱底部面积，m^2。

[0040] 从而得出

$$C/S = \frac{(1+\alpha_{T2})L_{T1} + (1+\alpha_{T1})L_{T2}}{\alpha_{T2}(1+\alpha_{T1}) - \alpha_{T1}(1+\alpha_{T2})} \quad (4)$$

[0041] 在已知温度T下的膨胀水箱水位L_T后，便能换算至标准温度T_0的膨胀水箱水量L_0，从而获得标准温度下的膨胀水箱水位数据集合。

[0042] 步骤2.通过最小二乘法将膨胀水箱水位变化曲线拟合出线性回归方程，在获得L_0的数据集合后，根据公式(4)得出趋势判断k的计算公式为：

[0043] $$k = \frac{\overline{TL_0} - \overline{T}\,\overline{L_0}}{\overline{T^2} - \overline{T}^2} \qquad (5)$$

[0044] 其中，C/S为固定值，通过正常时不同出阀温度下膨胀水箱的水位结合matlab等软件可计算出C/S的数值。

[0045] 步骤3.对膨胀水箱的情况进行判断，取膨胀水箱数据库中每w个时间点作为一组数据，其中w值为四舍五入取整数，每组数据与前组数据相隔5个点，若有w个时间点数据的话，通过上述公式计算可获得n＝w/5个k，若k＜0的组数为m，则当m/n＞70％时，判断内冷水系统在分析时间段内存在渗漏水缺陷并发出警报。

[0046] 上列详细说明是针对本发明可行实施例的具体说明，该实施例并非用以限制本发明的专利范围，凡未脱离本发明所为的等效实施或变更，均应包含于本案的专利范围中。

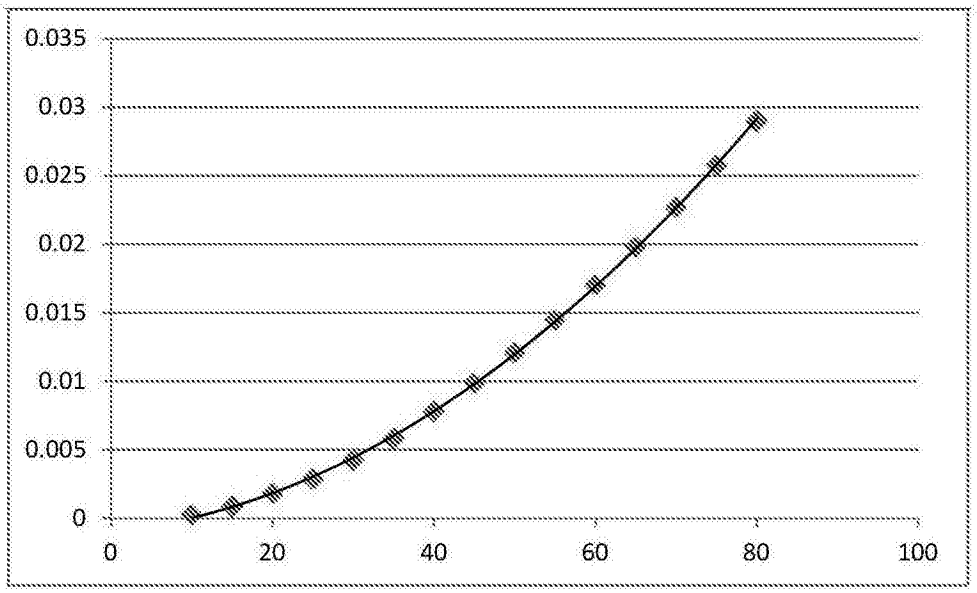


图1