



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103323167 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201310288395. 5

CN 102735966 A, 2012. 10. 17, 全文.

(22) 申请日 2013. 07. 10

CN 102542422 A, 2012. 07. 04, 全文.

(73) 专利权人 国家电网公司

陈众等. 基于双基地声纳定位架空线弧垂在线监测系统的研究. 《电力科学与技术学报》. 2011, 第 26 卷 (第 1 期), 第 1-3 节.

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

专利权人 山西省电力公司阳泉供电分公司

蒋建等. 架空输电线路覆冰监测用 FBG 拉力传感器的研制. 《高电压技术》. 2010, 第 36 卷 (第 12 期), 第 2. 3 节.

(72) 发明人 马维青 吕玉祥 赵晓龙 丁龙

(74) 专利代理机构 太原高欣科创专利代理事务所 (普通合伙) 14109

审查员 刘嘉

代理人 吴立

(51) Int. Cl.

G01L 5/04(2006. 01)

G01B 21/32(2006. 01)

G08C 17/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102042885 A, 2011. 05. 04, 全文.

CN 102436548 A, 2012. 05. 02, 全文.

US 8184015 B2, 2012. 05. 22, 全文.

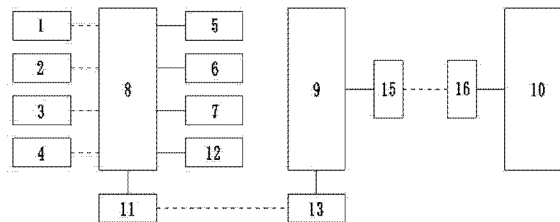
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种输电线路导线应力与弧垂监测方法

(57) 摘要

本发明一种输电线路导线应力与弧垂监测方法,属于输电线路导线应力与弧垂监测技术领域;所要解决的技术问题是:提供一种能从整体上精确反映输电线路导线的应力与弧垂的监测方法;采用的技术方案是:包括以下步骤:在输电线路导线上安装光纤拉力传感器,在输电线路导线上安装可移动式超声波发生器,在输电线路导线两端的杆塔上分别安装第一超声波接收器和第二超声波接收器,计算得出多组应力值 σ_c 和弧垂值 f_c ,通过应力值 σ_c 利用最小二乘法得出应力拟合曲线,通过弧垂值 f_c 利用最小二乘法得出弧垂拟合曲线;本发明适用于电力部门。



1. 一种输电线路导线应力与弧垂监测方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:

步骤一:在输电线路导线上安装光纤拉力传感器(1),通过光纤拉力传感器(1)测得输电线路导线的拉力 F_A ;

步骤二:通过步骤一中测得的输电线路导线的拉力 F_A 计算输电线路导线的应力 σ_A ,并通过输电线路导线的应力 σ_A 计算输电线路导线的弧垂 f_A ;

步骤三:在输电线路导线上安装可移动式超声波发生器(2),在输电线路导线两端的杆塔上分别安装第一超声波接收器(3)和第二超声波接收器(4),测得第一超声波接收器(3)和第二超声波接收器(4)接收超声波发生器(2)声纳信号的接收时间 τ_1 和 τ_2 ,并通过接收时间 τ_1 和 τ_2 计算出各自与超声波发生器(2)的距离 r_1 和 r_2 ;输电线路导线两端的杆塔上还安装有倾角传感器(5),通过倾角传感器(5)测得输电线路导线的方位角 θ_1 ;

步骤四:通过双基地超声波定位法依靠步骤三中测得的第一超声波接收器(3)和第二超声波接收器(4)接收超声波发生器(2)的接收时间 τ_1 、 τ_2 和各自与超声波发生器(2)的距离 r_1 、 r_2 还有倾角传感器(5)测得的方位角 θ_1 计算输电线路导线的弧垂 f_B ,并通过输电线路导线的弧垂 f_B 计算输电线路导线的应力 σ_B ;

步骤五:通过步骤二中得出的应力值 σ_A 和步骤四中得出的应力值 σ_B ,计算二者的算术平均数应力值 σ_C ;

步骤六:通过步骤二中得出的弧垂值 f_A 和步骤四中得出的弧垂值 f_B ,计算二者的算术平均数弧垂值 f_C ;

步骤七:重复上述步骤一至步骤六,得出多组应力值 σ_C 和弧垂值 f_C ,通过应力值 σ_C 利用最小二乘法得出应力拟合曲线,通过弧垂值 f_C 利用最小二乘法得出弧垂拟合曲线。

2. 根据权利要求1所述的一种输电线路导线应力与弧垂监测方法,其特征在于:所述步骤二中通过输电线路导线的拉力 F_A 计算输电线路导线的应力 σ_A 的计算公式为:

$$\sigma_A = \frac{F_A}{S}$$

其中: s 为输电线路导线的横截面积。

3. 根据权利要求2所述的一种输电线路导线应力与弧垂监测方法,其特征在于:所述步骤二中通过输电线路导线的应力 σ_A 计算输电线路导线的弧垂 f_A 的计算公式为:

$$f_A = \frac{\sigma_A - \sigma_0}{g}$$

其中: σ_0 为输电线路导线最低点应力, g 为输电线路导线的比载。

4. 根据权利要求1所述的一种输电线路导线应力与弧垂监测方法,其特征在于:所述步骤四中通过双基地超声波定位法计算输电线路导线的弧垂 f_B 包括以下步骤:

步骤A,建立直角坐标系,以第一超声波接收器(3)和第二超声波接收器(4)两点的连线为X轴,方向由第一超声波接收器(3)指向第二超声波接收器(4);以第一超声波接收器(3)和第二超声波接收器(4)两点连线的中点为原点,在原点做垂线为Y轴,方向指向地面;

步骤B,假设第一超声波接收器(3)的坐标为 (x_1, y_1) ,第二超声波接收器(4)的坐标为 (x_2, y_2) ,超声波发生器(2)的坐标为 (x, y) ,通过坐标建立方程组:

$$r_1^2 = (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2$$

$$r_2^2 = (x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2$$

其中： r_1 为第一超声波接收器(3)与超声波发生器(2)的距离， r_2 为第二超声波接收器(4)到超声波发生器(2)的距离；

步骤C,通过步骤B中的方程组计算弧垂 f_B ,

步骤B中的方程组变换可得

$$(x_1 - x_2)x + (y_1 - y_2)y = \frac{1}{2}[(x_1^2 + y_1^2) - (x_2^2 + y_2^2) - (r_1^2 - r_2^2)] = k_0$$

$$x = \frac{k_0 - (y_1 - y_2)y}{x_1 - x_2}$$

将上式代入 $r_1^2 = (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2$ 则有：

$$a = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$$

$$b = k_0 y_1 - y_2 + y_1 (x_1 - x_2)^2 - x_1 (x_1 - x_2) (y_1 - y_2)$$

$$c = (x_1^2 + y_1^2 - r_1^2)(x_1 - x_2)^2 - 2k_0 x_1 (x_1 - x_2) + k_0^2$$

进而得出：

$$y = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

将上式带入

$$x = \frac{k_0 - (y_1 - y_2)y}{x_1 - x_2}$$

可得两组解： (x_{s1}, y_{s1}) 和 (x_{s2}, y_{s2}) ，把两组解分别代入定位方程中可得

$$\theta_{s1} = \arctan\left(\frac{y_{s1} - y_1}{x_{s1} - x_1}\right)$$

$$\theta_{s2} = \arctan\left(\frac{y_{s2} - y_1}{x_{s2} - x_1}\right)$$

应用方位角 θ_1 作出判定：

若 $|\theta_{s1} - \theta_1| \leq |\theta_{s2} - \theta_1|$ ，则取 $s = (x_{s1}, y_{s1})$

若 $|\theta_{s1} - \theta_1| > |\theta_{s2} - \theta_1|$ ，则取 $s = (x_{s2}, y_{s2})$

通过弧垂计算公式

$$f_B = s * \sin \theta_1$$

求出输电线路导线的弧垂 f_B 。

5. 根据权利要求4所述的一种输电线路导线应力与弧垂监测方法，其特征在于：所述步骤四中通过输电线路导线的弧垂 f_B 计算输电线路导线的应力 σ_B 的计算公式为：

$$\sigma_B = \sigma_0 + f_B g$$

其中： σ_0 为输电线路导线最低点应力， g 为输电线路导线的比载。

一种输电线路导线应力与弧垂监测方法

技术领域

[0001] 本发明一种输电线路导线应力与弧垂监测方法,属于输电线路导线应力与弧垂监测技术领域。

背景技术

[0002] 架空输电线路设计、施工、运行中所要面对的主要问题就是对输电导线应力与弧垂的监测问题,导线和避雷线长度的微小变化,会引起导线和避雷线相应弧垂和应力的较大变化,外界环境如温度、外部荷载(结冰、风刮等)的变化,均能引起导线和避雷线伸长或缩短;这些条件导致导线伸长或缩短的长度与导线的实际长度相比微乎其微,但是它所引起的导线弧垂和应力的变化却相当明显,这在施工紧线调整弧垂时能明显地反映出来,所以监视和测量导线的应力与弧垂很有意义。

[0003] 目前测应力所采用的方法主要为在导线上贴装应变片,而应变片易受高压输电线路所产生的强磁场的干扰,此种方法测量的精度不高,其他方法有使用温度倾角传感器,配合图像识别技术测量,但此方法测量数据为瞬时值,存在测量精度不高,与真实值相差较大,以及不能从整体上反映所测架空线所在线路的运行状况,此外其测量成本也过于昂贵。

发明内容

[0004] 本发明克服现有技术存在的不足,所要解决的技术问题是:提供一种能从整体上精确反映输电线路导线的应力与弧垂的监测方法。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:一种输电线路导线应力与弧垂监测方法,所述方法包括以下步骤:

[0006] 步骤一:在输电线路导线上安装光纤拉力传感器,通过光纤拉力传感器测得输电线路导线的拉力 F_A ;

[0007] 步骤二:通过步骤一中测得的输电线路导线的拉力 F_A 计算输电线路导线的应力 σ_A ,并通过输电线路导线的应力 σ_A 计算输电线路导线的弧垂 f_A ;

[0008] 步骤三:在输电线路导线上安装可移动式超声波发生器,在输电线路导线两端的杆塔上分别安装第一超声波接收器和第二超声波接收器,测得第一超声波接收器和第二超声波接收器接收超声波发生器声纳信号的接收时间 τ_1 和 τ_2 ,并通过接收时间 τ_1 和 τ_2 计算出各自与超声波发生器的距离 r_1 和 r_2 ;输电线路导线两端的杆塔上还安装有倾角传感器,通过倾角传感器测得输电线路导线的方位角 θ_1 ;

[0009] 步骤四:通过双基地超声波定位法依靠步骤三中测得的第一超声波接收器和第二超声波接收器接收超声波发生器的接收时间 τ_1 、 τ_2 和各自与超声波发生器的距离 r_1 、 r_2 还有倾角传感器测得的方位角 θ_1 计算输电线路导线的弧垂 f_B ,并通过输电线路导线的弧垂 f_B 计算输电线路导线的应力 σ_B ;

[0010] 步骤五:通过步骤二中得出的应力值 σ_A 和步骤四中得出的应力值 σ_B ,计算二者的算术平均数应力值 σ_C ;

[0011] 步骤六:通过步骤二中得出的弧垂值 f_A 和步骤四中得出的弧垂值 f_B ,计算二者的算术平均数弧垂值 f_C ;

[0012] 步骤七:重复上述步骤一至步骤六,得出多组应力值 σ_C 和弧垂值 f_C ,通过应力值 σ_C 利用最小二乘法得出应力拟合曲线,通过弧垂值 f_C 利用最小二乘法得出弧垂拟合曲线。

[0013] 所述步骤二中通过输电线路导线的拉力 F_A 计算输电线路导线的应力 σ_A 的计算公式为:

$$[0014] \quad \sigma_A = \frac{F_A}{S}$$

[0015] 其中:s为输电线路导线的横截面积。

[0016] 所述步骤二中通过输电线路导线的应力 σ_A 计算输电线路导线的弧垂 f_A 的计算公式为:

$$[0017] \quad f_A = \frac{\sigma_A - \sigma_0}{g}$$

[0018] 其中: σ_0 为输电线路导线最低点应力,g为输电线路导线的比载。

[0019] 所述步骤四中通过双基地超声波定位法计算输电线路导线的弧垂 f_B 包括以下步骤:

[0020] 步骤A,建立直角坐标系,以第一超声波接收器和第二超声波接收器两点的连线为X轴,方向由第一超声波接收器指向第二超声波接收器;以第一超声波接收器和第二超声波接收器两点连线的中点为原点,在原点做垂线为Y轴,方向指向地面;

[0021] 步骤B,假设第一超声波接收器的坐标为 (x_1, y_1) ,第二超声波接收器的坐标为 (x_2, y_2) ,超声波发生器的坐标为 (x, y) ,通过坐标建立方程组:

$$[0022] \quad \begin{aligned} r_1^2 &= (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 \\ r_2^2 &= (x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 \end{aligned}$$

[0023] 其中: r_1 为第一超声波接收器与超声波发生器的距离, r_2 为第二超声波接收器到超声波发生器的距离;

[0024] 步骤C,通过步骤B中的方程组计算弧垂 f_B ,

[0025] 步骤B中的方程组变换可得

$$[0026] \quad \begin{aligned} (x_1 - x_2)x + (y_1 - y_2)y &= \frac{1}{2} [(x_1^2 + y_1^2) - (x_2^2 + y_2^2) - (r_1^2 - r_2^2)] = k_0 \\ x &= \frac{k_0 - (y_1 - y_2)y}{x_1 - x_2} \end{aligned}$$

[0027] 将上式代入 $r_1^2 = (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2$ 则有:

$$[0028] \quad a = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$$

$$[0029] \quad b = k_0(y_1 - y_2) + y_1(x_1 - x_2)^2 - x_1(x_1 - x_2)(y_1 - y_2)$$

$$[0030] \quad c = (x_1^2 + y_1^2 - r_1^2)(x_1 - x_2)^2 - 2k_0x_1(x_1 - x_2) + k_0^2$$

[0031] 进而得出:

$$[0032] \quad y = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

[0033] 将上式带入

$$[0034] \quad x = \frac{k_0 - (y_1 - y_2)y}{x_1 - x_2}$$

[0035] 可得两组解： (x_{s1}, y_{s1}) 和 (x_{s2}, y_{s2}) ，把两组解分别代入定位方程中可得

$$[0036] \quad \theta_{s1} = \arctan\left(\frac{y_{s1} - y_1}{x_{s1} - x_1}\right)$$

$$\theta_{s2} = \arctan\left(\frac{y_{s2} - y_1}{x_{s2} - x_1}\right)$$

[0037] 应用方位角 θ_1 作出判定：

[0038] 若 $|\theta_{s1} - \theta_1| \leq |\theta_{s2} - \theta_1|$ ，则取 $s = (x_{s1}, y_{s1})$

[0039] 若 $|\theta_{s1} - \theta_1| > |\theta_{s2} - \theta_1|$ ，则取 $s = (x_{s2}, y_{s2})$

[0040] 通过弧垂计算公式

$$[0041] \quad f_b = s * \sin \theta_1$$

[0042] 求出输电线路导线的弧垂 f_b 。

[0043] 所述步骤四中通过输电线路导线的弧垂 f_b 计算输电线路导线的应力 σ_b 的计算公式为：

$$[0044] \quad \sigma_b = \sigma_0 + f_b g$$

[0045] 其中： σ_0 为输电线路导线最低点应力， g 为输电线路导线的比载。

[0046] 本发明与现有技术相比具有的有益效果是：

[0047] 一、本发明通过光纤拉力传感器和超声波收发装置，通过两种不同的方法，结合最小二乘法得出的多数值拟合曲线，能从整体上精确反映输电线路导线的应力与弧垂，实现了输电线路导线的应力与弧垂的精确监控。

[0048] 二、本发明利用光纤拉力传感器监测输电线路导线应力可以减小电磁干扰，测量的输电线路导线的应力数据精确；利用超声波收发装置，通过测得多组数据计算其算术平均数可得到一个更加精确，更加接近真实值的导线弧垂数值。

附图说明

[0049] 下面结合附图对本发明做进一步详细的说明：

[0050] 图 1 是本发明中输电线路导线应力与弧垂监测装置的电路结构示意图；

[0051] 图中：1 为光纤拉力传感器、2 为超声波发生器、3 为第一超声波接收器、4 为第二超声波接收器、5 为倾角传感器、6 为温度传感器、7 为风速传感器、8 为监测控制器、9 为输电线路基站服务器、10 为监控中心计算机、11 为第一无线传输模块、12 为电源、13 为第二无线传输模块、14 为第一 GPRS 通讯模块、15 为第二 GPRS 通讯模块。

具体实施方式

[0052] 本发明一种输电线路导线应力与弧垂监测方法，所述方法包括以下步骤：

[0053] 步骤一：在输电线路导线上安装光纤拉力传感器 1，通过光纤拉力传感器 1 测得输

电线路导线的拉力 F_A ;

[0054] 步骤二:通过步骤一中测得的输电线路导线的拉力 F_A 计算输电线路导线的应力 σ_A , 并通过输电线路导线的应力 σ_A 计算输电线路导线的弧垂 f_A ;

[0055] 步骤三:在输电线路导线上安装可移动式超声波发生器 2, 在输电线路导线两端的杆塔上分别安装第一超声波接收器 3 和第二超声波接收器 4, 测得第一超声波接收器 3 和第二超声波接收器 4 接收超声波发生器 2 声纳信号的接收时间 τ_1 和 τ_2 , 并通过接收时间 τ_1 和 τ_2 计算出各自与超声波发生器 2 的距离 r_1 和 r_2 ; 输电线路导线两端的杆塔上还安装有倾角传感器 5, 通过倾角传感器 5 测得输电线路导线的方位角 θ_1 ;

[0056] 步骤四:通过双基地超声波定位法依靠步骤三中测得的第一超声波接收器 3 和第二超声波接收器 4 接收超声波发生器 2 的接收时间 τ_1 、 τ_2 和各自与超声波发生器 2 的距离 r_1 、 r_2 还有倾角传感器 5 测得的方位角 θ_1 计算输电线路导线的弧垂 f_B , 并通过输电线路导线的弧垂 f_B 计算输电线路导线的应力 σ_B ;

[0057] 步骤五:通过步骤二中得出的应力值 σ_A 和步骤四中得出的应力值 σ_B , 计算二者的算术平均数应力值 σ_C ;

[0058] 步骤六:通过步骤二中得出的弧垂值 f_A 和步骤四中得出的弧垂值 f_B , 计算二者的算术平均数弧垂值 f_C ;

[0059] 步骤七:重复上述步骤一至步骤六, 得出多组应力值 σ_C 和弧垂值 f_C , 一般选择 20 组到 30 组数据, 通过应力值 σ_C 利用最小二乘法得出应力拟合曲线, 通过弧垂值 f_C 利用最小二乘法得出弧垂拟合曲线。

[0060] 所述步骤二中通过输电线路导线的拉力 F_A 计算输电线路导线的应力 σ_A 的计算公式为:

$$[0061] \quad \sigma_A = \frac{F_A}{S}$$

[0062] 其中: s 为输电线路导线的横截面积。

[0063] 所述步骤二中通过输电线路导线的应力 σ_A 计算输电线路导线的弧垂 f_A 的计算公式为:

$$[0064] \quad f_A = \frac{\sigma_A - \sigma_0}{g}$$

[0065] 其中: σ_0 为输电线路导线最低点应力, g 为输电线路导线的比载。

[0066] 所述步骤四中通过双基地超声波定位法计算输电线路导线的弧垂 f_B 包括以下步骤:

[0067] 步骤 A, 建立直角坐标系, 以第一超声波接收器 3 和第二超声波接收器 4 两点的连线为 X 轴, 方向由第一超声波接收器 3 指向第二超声波接收器 4; 以第一超声波接收器 3 和第二超声波接收器 4 两点连线的中点为原点, 在原点做垂线为 Y 轴, 方向指向地面;

[0068] 步骤 B, 假设第一超声波接收器 3 的坐标为 (x_1, y_1) , 第二超声波接收器 4 的坐标为 (x_2, y_2) , 超声波发生器 2 的坐标为 (x, y) , 通过坐标建立方程组:

$$[0069] \quad r_1^2 = (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2$$

$$[0070] \quad r_2^2 = (x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2$$

[0071] 其中： r_1 为第一超声波接收器 3 与超声波发生器 2 的距离， r_2 为第二超声波接收器 4 到超声波发生器 2 的距离；

[0072] 步骤 C, 通过步骤 B 中的方程组计算弧垂 f_b ,

[0073] 步骤 B 中的方程组变换可得

$$[0074] \quad (x_1 - x_2)x + (y_1 - y_2)y = \frac{1}{2} [(x_1^2 + y_1^2) - (x_2^2 + y_2^2) - (r_1^2 - r_2^2)] = k_0$$

$$x = \frac{k_0 - (y_1 - y_2)y}{x_1 - x_2}$$

[0075] 将上式代入 $r_1^2 = (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2$ 则有：

$$[0076] \quad a = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$$

$$[0077] \quad b = k_0(y_1 - y_2) + y_1(x_1 - x_2)^2 - x_1(x_1 - x_2)(y_1 - y_2)$$

$$[0078] \quad c = (x_1^2 + y_1^2 - r_1^2)(x_1 - x_2)^2 - 2k_0x_1(x_1 - x_2) + k_0^2$$

[0079] 进而得出：

$$[0080] \quad y = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

[0081] 将上式带入

$$[0082] \quad x = \frac{k_0 - (y_1 - y_2)y}{x_1 - x_2}$$

[0083] 可得两组解： (x_{s1}, y_{s1}) 和 (x_{s2}, y_{s2}) ，把两组解分别代入定位方程中可得

$$[0084] \quad \theta_{s1} = \arctan\left(\frac{y_{s1} - y_1}{x_{s1} - x_1}\right)$$

$$\theta_{s2} = \arctan\left(\frac{y_{s2} - y_1}{x_{s2} - x_1}\right)$$

[0085] 应用方位角 θ_1 作出判定：

[0086] 若 $|\theta_{s1} - \theta_1| \leq |\theta_{s2} - \theta_1|$ ，则取 $s = (x_{s1}, y_{s1})$

[0087] 若 $|\theta_{s1} - \theta_1| > |\theta_{s2} - \theta_1|$ ，则取 $s = (x_{s2}, y_{s2})$

[0088] 通过弧垂计算公式

$$[0089] \quad f_b = s \cdot \sin \theta_1$$

[0090] 求出输电线路导线的弧垂 f_b 。

[0091] 所述步骤四中通过输电线路导线的弧垂 f_b 计算输电线路导线的应力 σ_B 的计算公式为：

$$[0092] \quad \sigma_B = \sigma_0 + f_b g$$

[0093] 其中： σ_0 为输电线路导线最低点应力， g 为输电线路导线的比载。

[0094] 上述输电线路导线最低点应力 σ_0 可以直接从供电部门获得，不同的导线对应有不同的最低点应力 σ_0 ；上述输电线路导线的比载 g ，通过多种传感器测量计算而来，常用的比载共有七种，如自重比载、冰重比载、导线自重和冰重总比载、无冰时风压比载、覆冰时的风压比载、无冰有风时的综合比载和有冰有风时的综合比载，均可以通过公式计算获得。

[0095] 如图 1 所示，本发明可以通过输电线路导线应力与弧垂监测装置来实现，输电线

路导线应力与弧垂监测装置包括光纤拉力传感器 1、超声波发生器 2、第一超声波接收器 3、第二超声波接收器 4、倾角传感器 5、温度传感器 6、风速传感器 7、监测控制器 8、输电线路基站服务器 9 和监控中心计算机 10。

[0096] 所述光纤拉力传感器 1 和超声波发生器 2 安装在输电线路导线上, 光纤拉力传感器 1 可以安装在输电线路导线的杆塔导线悬挂点处, 测量悬挂点处输电线路导线的拉力; 所述超声波发生器 2 为可移动式超声波发生器, 超声波发生器 2 可以依靠重力移动到输电线路导线的最低点, 即弧垂最大的点; 所述第一超声波接收器 3 和第二超声波接收器 4 分别安装在输电线路导线两端的杆塔上, 第一超声波接收器 3 和第二超声波接收器 4 可以接收超声波发生器 2 发出的声纳信号; 所述倾角传感器 5、温度传感器 6、风速传感器 7 和监测控制器 8 一起安装在输电线路导线的杆塔上, 倾角传感器 5 也可以安装在输电线路导线的杆塔导线悬挂点处, 测量悬挂点处输电线路导线的倾角。

[0097] 所述光纤拉力传感器 1、超声波发生器 2、第一超声波接收器 3 和第二超声波接收器 4 均通过无线网络与监测控制器 8 相连进行通讯, 所述倾角传感器 5、温度传感器 6 和风速传感器 7 均与监测控制器 8 相连, 所述监测控制器 8 还连接有第一无线传输模块 11 和电源 12, 所述电源 12 可以采用锂电池也可以采用线上取点装置, 供整个装置供电; 所述输电线路导线应力与弧垂监测装置还包括有监测摄像头, 所述监测摄像头安装在输电线路导线的杆塔上与监测控制器 8 相连, 通过监测摄像头可以观察输电线路导线的覆冰情况; 上述测量装置均将各自检测的数据发送至监测控制器 8。

[0098] 所述输电线路基站服务器 9 连接有第二无线传输模块 13, 上述第一无线传输模块 11 通过无线通讯方式与第二无线传输模块 13 相连; 所述输电线路基站服务器 9 与安装在电力监控中心的监控中心计算机 10 通过有线或者无线方式相连; 所述输电线路基站服务器 9 和监控中心计算机 10 可以通过光纤相连, 所述输电线路基站服务器 9 和监控中心计算机 10 也可以分别连接有第一 GPRS 通讯模块 14 和第二 GPRS 通讯模块 15, 输电线路基站服务器 9 和监控中心计算机 10 通过 GPRS 无线网络相连; 所述监测控制器 8 将采集的信息发送至监控中心计算机 10, 监控中心计算机 10 通过预先设定的计算方法, 计算输电线路导线的应力与弧垂。

[0099] 本发明通过光纤拉力传感器和超声波收发装置, 通过两种不同的方法, 结合最小二乘法得出的多数值拟合曲线, 能从整体上精确反映输电线路导线的应力与弧垂, 实现了输电线路导线的应力与弧垂的精确监控。

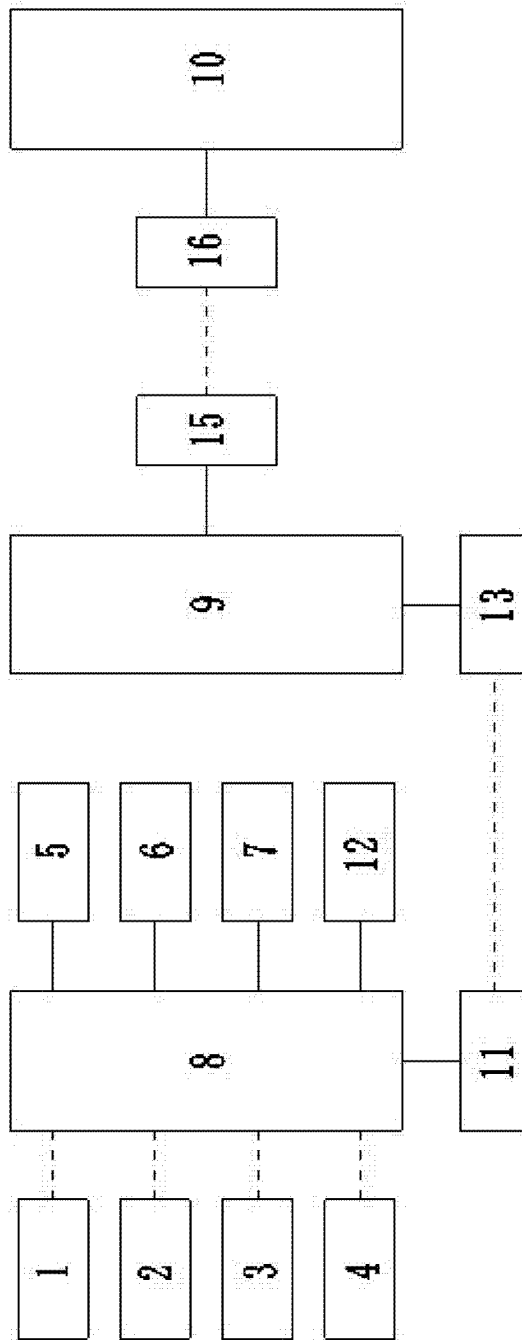


图 1