



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104215279 B

(45)授权公告日 2017.02.01

(21)申请号 201410478148.6

审查员 马莉

(22)申请日 2014.09.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104215279 A

(43)申请公布日 2014.12.17

(73)专利权人 贵州电力试验研究院

地址 550052 贵阳市南明区解放路  
32号

(72)发明人 张秋雁 张竹 魏伟 李红斌

(74)专利代理机构 武汉东喻专利代理事务所  
(普通合伙) 42224

代理人 宋业斌

(51)Int.Cl.

G01D 21/02(2006.01)

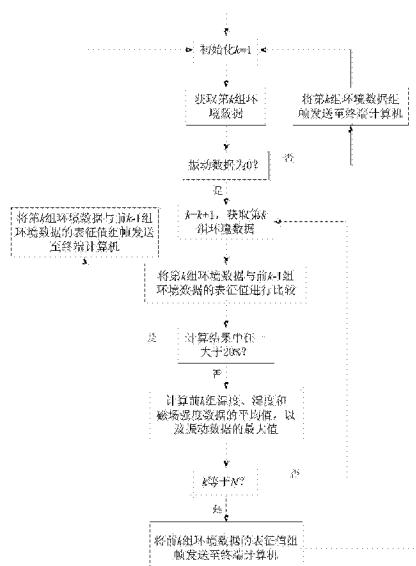
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种环境在线监测系统及环境监测方法

(57)摘要

本发明公开了一种环境在线监测系统及环境监测方法。环境在线监测系统包括六个传感模块，分别设置在三相电子式电压互感器和三相电子式电流互感器的底座上，能全面监测互感器周围的环境情况，进而能准确评估环境对数字式电能表计量性能的影响。每个传感模块中均包括微处理器，通过微处理器对传感模块采集的温湿度、振动和磁场等信息进行预处理后发送至终端计算机，防止采集的数据在传输的过程中丢失或出现乱码，导致环境监测数据不完整，影响后期对数字式电能表计量性能的准确评定，同时能大幅简化终端计算机中的数据处理过程。



1. 一种环境监测方法,是应用在环境在线监测系统中,所述环境在线监测系统包括六个传感模块,它们分别安装在三相电子式电压互感器和三相电子式电流互感器的底座上,用于获取互感器周围的环境信息,包括温度、湿度、振动和磁场信息;其特征在于,包括如下步骤:

(1)令在互感器同一位置获取的环境数据序号为k,初始化k=1;

(2)获取第k组环境数据 $D_k = \{T_k, H_k, Z_k, C_k\}$ ,其中,T<sub>k</sub>为第k组温度数据,H<sub>k</sub>为第k组湿度数据,Z<sub>k</sub>为第k组振动数据,C<sub>k</sub>为第k组磁场强度数据;

(3)判断振动数据Z<sub>k</sub>是否为0,是则顺序执行步骤(4);否则将第k组环境数据D<sub>k</sub>组帧发送至终端计算机,返回步骤(1);

(4)令k=k+1,获取第k组环境数据 $D_k = \{T_k, H_k, Z_k, C_k\}$ ;

(5)将第k组环境数据D<sub>k</sub>与前k-1组环境数据的表征值 $\bar{D}_{k-1} = \{\bar{T}_{k-1}, \bar{H}_{k-1}, \bar{Z}_{k-1}, \bar{C}_{k-1}\}$ 进行比较,其中, $\bar{T}_{k-1}$ 为前k-1组温度数据的平均值, $\bar{H}_{k-1}$ 为前k-1组湿度数据的平均值, $\bar{Z}_{k-1}$ 为前k-1组振动数据的最大值, $\bar{C}_{k-1}$ 为前k-1组磁场强度数据的平均值,初始化 $\bar{T}_1 = T_1$ , $\bar{H}_1 = H_1$ , $\bar{Z}_1 = Z_1$ , $\bar{C}_1 = C_1$ ,得到:第k组温度数据与前k-1组温度数据的平均值的偏差 $\Delta T_k \% = |\frac{T_k - \bar{T}_{k-1}}{\bar{T}_{k-1}}|$ ,第k组湿度数据与前k-1组湿度数据的平均值的偏差 $\Delta H_k \% = |\frac{H_k - \bar{H}_{k-1}}{\bar{H}_{k-1}}|$ ,第k组振动数据与前k-1组振动数据的最大值的偏差 $\Delta Z_k \% = |\frac{Z_k - \bar{Z}_{k-1}}{\bar{Z}_{k-1}}|$ ,第k组磁场强度数据与前k-1组磁场强度数据的平均值的偏差 $\Delta C_k \% = |\frac{C_k - \bar{C}_{k-1}}{\bar{C}_{k-1}}|$ ;

(6)若 $\Delta T_k \%$ 、 $\Delta H_k \%$ 、 $\Delta Z_k \%$ 和 $\Delta C_k \%$ 中的任意一个大于20%,则表明当前环境有较大变化,将第k组环境数据D<sub>k</sub>和前k-1组环境数据的表征值 $\bar{D}_{k-1}$ 组帧发送至终端计算机,返回步骤(1);若 $\Delta T_k \%$ 、 $\Delta H_k \%$ 、 $\Delta Z_k \%$ 和 $\Delta C_k \%$ 均不大于20%,则表明当前环境没有太大变化,

进行如下计算:前k组温度数据的平均值 $\bar{T}_k = \frac{T_k + \bar{T}_{k-1} * (k-1)}{k}$ ,前k组湿度数据的平均值

$\bar{H}_k = \frac{H_k + \bar{H}_{k-1} * (k-1)}{k}$ ,前k组振动数据的最大值 $\bar{Z}_k = \max\{Z_k, \bar{Z}_{k-1}\}$ ,前k组磁场强

度数据的平均值 $\bar{C}_k = \frac{C_k + \bar{C}_{k-1} * (k-1)}{k}$ ,顺序执行步骤(7);

(7)判断k是否等于预定值N,是则将前k组环境数据的表征值 $\bar{D}_k = \{\bar{T}_k, \bar{H}_k, \bar{Z}_k, \bar{C}_k\}$ 组帧发送至终端计算机,返回步骤(1);否则返回步骤(4)。

2. 如权利要求1所述的环境监测方法,其特征在于,分别在三相电子式电压互感器和三相电子式电流互感器的底座上设置环境监测点,在每个环境监测点均按照所述步骤(1)~

(7)进行环境监测。

3. 一种环境在线监测系统的数据处理系统，所述环境在线监测系统包括六个传感模块，它们分别安装在三相电子式电压互感器和三相电子式电流互感器的底座上；所述传感模块包括温湿度传感单元、振动传感单元、磁场传感单元、微处理器和无线发送模块；所述温湿度传感单元用于测量环境中的温度和湿度大小；所述振动传感单元用于测量环境中的振动大小；所述磁场传感单元用于测量环境中的磁场强度大小；所述微处理器用于利用所述温湿度传感单元、振动传感单元和磁场传感单元检测到的信号获取包含温度、湿度、振动和磁场强度数据在内的环境数据，根据环境数据判断当前环境的变化情况，并将能反映环境变化的数据发送至终端计算机，用于评估环境对数字式电能表计量性能的影响；所述无线发送模块用于传输所述微处理器输出的环境数据，其特征在于，所述数据处理系统包括设置在所述微处理器中的下述模块：

第一模块，令在互感器同一位置获取的环境数据序号为k，初始化k=1；获取第k组环境数据D<sub>k</sub>= {T<sub>k</sub>, H<sub>k</sub>, Z<sub>k</sub>, C<sub>k</sub>}，其中，T<sub>k</sub>为第k组温度数据，H<sub>k</sub>为第k组湿度数据，Z<sub>k</sub>为第k组振动数据，C<sub>k</sub>为第k组磁场强度数据；

第二模块，判断振动数据Z<sub>k</sub>是否为0，是则跳转至第三模块；否则将第k组环境数据D<sub>k</sub>组帧发送至终端计算机，跳转至第一模块；

第三模块，令k=k+1，获取第k组环境数据D<sub>k</sub>= {T<sub>k</sub>, H<sub>k</sub>, Z<sub>k</sub>, C<sub>k</sub>}；

第四模块，将第k组环境数据D<sub>k</sub>与前k-1组环境数据的表征值  $\bar{D}_{k-1} = \{\bar{T}_{k-1}, \bar{H}_{k-1}, \bar{Z}_{k-1}, \bar{C}_{k-1}\}$  进行比较，其中， $\bar{T}_{k-1}$  为前k-1组温度数据的平均值， $\bar{H}_{k-1}$  为前k-1组湿度数据的平均值， $\bar{Z}_{k-1}$  为前k-1组振动数据的最大值， $\bar{C}_{k-1}$  为前k-1组磁场强度数据的平均值，初始化  $\bar{T}_1 = T_1, \bar{H}_1 = H_1, \bar{Z}_1 = Z_1, \bar{C}_1 = C_1$ ，得到：第k组温度数据与前k-1组温度数据的平均值的偏差  $\Delta T_k \% = |\frac{T_k - \bar{T}_{k-1}}{\bar{T}_{k-1}}|$ ，第k组湿度数据与前k-1组湿度数据的平均值的偏差

$\Delta H_k \% = |\frac{H_k - \bar{H}_{k-1}}{\bar{H}_{k-1}}|$ ，第k组振动数据与前k-1组振动数据的最大值的偏差

$\Delta Z_k \% = |\frac{Z_k - \bar{Z}_{k-1}}{\bar{Z}_{k-1}}|$ ，第k组磁场强度数据与前k-1组磁场强度数据的平均值的偏差

$\Delta C_k \% = |\frac{C_k - \bar{C}_{k-1}}{\bar{C}_{k-1}}|$ ；

第五模块，若  $\Delta T_k \%$ 、 $\Delta H_k \%$ 、 $\Delta Z_k \%$  和  $\Delta C_k \%$  中的任意一个大于20%，则表明当前环境有较大变化，将第k组环境数据D<sub>k</sub>和前k-1组环境数据的表征值  $\bar{D}_{k-1}$  组帧发送至终端计算机，跳转至第一模块；若  $\Delta T_k \%$ 、 $\Delta H_k \%$ 、 $\Delta Z_k \%$  和  $\Delta C_k \%$  均不大于20%，则表明当前环境没有太大变化，进行如下计算：前k组温度数据的平均值  $\bar{T}_k = \frac{T_k + \bar{T}_{k-1} * (k-1)}{k}$ ，前k组湿度数据的平均值  $\bar{H}_k = \frac{H_k + \bar{H}_{k-1} * (k-1)}{k}$ ，前k组振动数据的最大值  $\bar{Z}_k = \max\{Z_k, \bar{Z}_{k-1}\}$ ，前k组磁场强度数据的平均值  $\bar{C}_k = \frac{C_k + \bar{C}_{k-1} * (k-1)}{k}$ 。

前k组磁场强度数据的平均值 $\bar{C}_k = \frac{C_k + \bar{C}_{k-1} * (k-1)}{k}$ ,跳转至第六模块;

第六模块,判断k是否等于预定值N,是则将前k组环境数据的表征值 $\bar{D}_k = \{\bar{T}_k, \bar{H}_k, \bar{Z}_k, \bar{C}_k\}$ 组帧发送至终端计算机,跳转至第一模块;否则跳转至第三模块。

## 一种环境在线监测系统及环境监测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于数字式电能表在线监测与评估技术领域,更具体地,涉及一种环境在线监测系统及环境监测方法。

### 背景技术

[0002] 电能计量作为计量工作的重要组成部分,关系到电能的生产和消费之间的直接利益,关系到国家能源的合理开发利用。传统的感应式电能表和人工管理模式并不能准确地提供相关电能计量数据,因而早日实现电力系统的更新升级,尤其是电能计量的数字化、智能化、系统化、网络化,将成为未来电力改革的趋势与发展方向。尽管目前数字化变电站已有了一定的运行经验,但对于数字电能表而言尚还处于研究阶段,对其性能好坏还没有完整成熟的检定装置和检定规范,其测量结果的可靠性和稳定性还有待验证,而且数字化变电站中数字电能表数据来源于电子式电压互感器和电子式电流互感器,也属于一种新兴的技术,设计和运行经验均有所不足。变电站自然环境中的温湿度变化、磁场变化、断路器通断引起的空气振动都会影响电子式电压互感器和电子式电流互感器的工作状态和性能,导致其采集的数据不准确,从而影响电能的精确计量。

[0003] 因此,亟需研制一套环境监测系统以准确地监测数字化变电站中电子式电压互感器和电子式电流互感器运行时周围的温湿度、磁场以及空气振动的变化情况,以便分析环境变化对数字式电能计量系统的影响,从而进一步改善数字式电能计量系统。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种环境在线监测系统及环境监测方法,能准确监测电子式电压互感器和三相电子式电流互感器周围的环境情况,并通过微处理器对采集的温湿度、振动和磁场等信息进行预处理,使整个系统监测到的数据精简有效。

[0005] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种环境在线监测系统,其特征在于,包括六个传感模块,它们分别安装在三相电子式电压互感器和三相电子式电流互感器的底座上;所述传感模块包括温湿度传感单元、振动传感单元、磁场传感单元、微处理器和无线发送模块;所述温湿度传感单元用于测量环境中的温度和湿度大小;所述振动传感单元用于测量环境中的振动大小;所述磁场传感单元用于测量环境中的磁场强度大小;所述微处理器用于利用所述温湿度传感单元、振动传感单元和磁场传感单元检测到的信号获取包含温度、湿度、振动和磁场强度数据在内的环境数据,根据环境数据判断当前环境的变化情况,并将能反映环境变化的数据发送至终端计算机,用于评估环境对数字式电能表计量性能的影响;所述无线发送模块用于传输所述微处理器输出的环境数据。

[0006] 优选地,上述环境在线监测系统还包括直流电源,用于为所述温湿度传感单元、振动传感单元、磁场传感单元、微处理器和无线发送模块供电,使所述传感模块处于浮地状态,避免断路器跳闸时产生的暂态过电压对所述传感模块形成冲击,损坏所述传感模块。

[0007] 优选地,所述能反映环境变化的数据按如下原则确定:(1)在获取的第一组环境数据中的振动数据不为0时,将第一组环境数据作为能反映环境变化的数据;(2)在(1)不成立,且获取的当前环境数据中的第一数据较之前各组环境数据中的第一数据的平均值的偏差大于20%,或者当前环境数据中的第二数据较之前各组环境数据中的第二数据的最大值的偏差大于20%时,将获取的当前环境数据和之前各组环境数据的表征值作为能反映环境变化的数据;其中,第一数据为温度、湿度、或者磁场强度数据,第二数据为振动数据,之前各组环境数据的表征值包含之前各组环境数据中的温度、湿度和磁场强度数据的平均值以及振动数据的最大值;(3)在(2)不成立时,将获取的包含当前环境数据在内的各组环境数据的表征值作为能反映环境变化的数据;其中,包含当前环境数据在内的各组环境数据的表征值包含各组环境数据中的温度、湿度和磁场强度数据的平均值以及振动数据的最大值。

[0008] 按照本发明的另一方面,提供了一种环境监测方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0009] (1)令在互感器同一位置获取的环境数据序号为k,初始化k=1;

[0010] (2)获取第k组环境数据 $D_k = \{T_k, H_k, Z_k, C_k\}$ ,其中, $T_k$ 为第k组温度数据, $H_k$ 为第k组湿度数据, $Z_k$ 为第k组振动数据, $C_k$ 为第k组磁场强度数据;

[0011] (3)判断振动数据 $Z_k$ 是否为0,是则顺序执行步骤(4);否则将第k组环境数据 $D_k$ 组帧发送至终端计算机,返回步骤(1);

[0012] (4)令 $k=k+1$ ,获取第k组环境数据 $D_k = \{T_k, H_k, Z_k, C_k\}$ ;

[0013] (5)将第k组环境数据 $D_k$ 与前 $k-1$ 组环境数据的表征值  $\bar{D}_{k-1} = \{\bar{T}_{k-1}, \bar{H}_{k-1}, \bar{Z}_{k-1}, \bar{C}_{k-1}\}$

进行比较,其中, $\bar{T}_{k-1}$ 为前 $k-1$ 组温度数据的平均值, $\bar{H}_{k-1}$ 为前 $k-1$ 组湿度数据的平均值, $\bar{Z}_{k-1}$ 为前 $k-1$ 组振动数据的最大值, $\bar{C}_{k-1}$ 为前 $k-1$ 组磁场强度数据的平均值,初始化 $\bar{T}_1 = T_1$ , $\bar{H}_1 = H_1$ , $\bar{Z}_1 = Z_1$ , $\bar{C}_1 = C_1$ ,得到:第k组温度数据与前 $k-1$ 组温度数据的平均值

的偏差  $\Delta T_k \% = |\frac{T_k - \bar{T}_{k-1}}{\bar{T}_{k-1}}|$ , 第k组湿度数据与前 $k-1$ 组湿度数据的平均值的偏差

$\Delta H_k \% = |\frac{H_k - \bar{H}_{k-1}}{\bar{H}_{k-1}}|$ , 第k组振动数据与前 $k-1$ 组振动数据的最大值的偏差

$\Delta Z_k \% = |\frac{Z_k - \bar{Z}_{k-1}}{\bar{Z}_{k-1}}|$ , 第k组磁场强度数据与前 $k-1$ 组磁场强度数据的平均值的偏差

$\Delta C_k \% = |\frac{C_k - \bar{C}_{k-1}}{\bar{C}_{k-1}}|$ ;

[0014] (6)若 $\Delta T_k \%$ 、 $\Delta H_k \%$ 、 $\Delta Z_k \%$ 和 $\Delta C_k \%$ 中的任意一个大于20%,则表明当前环境有较大变化,将第k组环境数据 $D_k$ 和前 $k-1$ 组环境数据的表征值  $\bar{D}_{k-1}$ 组帧发送至终端计算机,返回步骤(1);若 $\Delta T_k \%$ 、 $\Delta H_k \%$ 、 $\Delta Z_k \%$ 和 $\Delta C_k \%$ 均不大于20%,则表明当前环境没有太大

变化,进行如下计算:前k组温度数据的平均值  $\bar{T}_k = \frac{T_k + \bar{T}_{k-1} * (k-1)}{k}$ , 前k组湿度数据的

平均值  $\bar{H}_k = \frac{H_k + \bar{H}_{k-1} * (k-1)}{k}$ , 前k组振动数据的最大值  $\bar{Z}_k = \max\{Z_k, \bar{Z}_{k-1}\}$ , 前k组

磁场强度数据的平均值  $\bar{C}_k = \frac{C_k + \bar{C}_{k-1} * (k-1)}{k}$ , 顺序执行步骤(7);

[0015] (7)判断k是否等于预定值N,是则将前k组环境数据的表征值  $D_k = \{\bar{T}_k, \bar{H}_k, \bar{Z}_k, \bar{C}_k\}$  组帧发送至终端计算机,返回步骤(1);否则返回步骤(4)。

[0016] 优选地,分别在三相电子式电压互感器和三相电子式电流互感器的底座上设置环境监测点,在每个环境监测点均按照所述步骤(1)~(7)进行环境监测。

[0017] 按照本发明的另一方面,提供了一种上述环境在线监测系统的数据处理系统,其特征在于,包括设置在所述微处理器中的下述模块:

[0018] 第一模块,令在互感器同一位置获取的环境数据序号为k,初始化k=1;获取第k组环境数据  $D_k = \{T_k, H_k, Z_k, C_k\}$ , 其中,  $T_k$  为第k组温度数据,  $H_k$  为第k组湿度数据,  $Z_k$  为第k组振动数据,  $C_k$  为第k组磁场强度数据;

[0019] 第二模块,判断振动数据  $Z_k$  是否为0,是则跳转至第三模块;否则将第k组环境数据  $D_k$  组帧发送至终端计算机,跳转至第一模块;

[0020] 第三模块,令  $k=k+1$ , 获取第k组环境数据  $D_k = \{T_k, H_k, Z_k, C_k\}$ ;

[0021] 第四模块,将第k组环境数据  $D_k$  与前  $k-1$  组环境数据的表征值  $D_{k-1} = \{\bar{T}_{k-1}, \bar{H}_{k-1}, \bar{Z}_{k-1}, \bar{C}_{k-1}\}$  进行比较,其中,  $\bar{T}_{k-1}$  为前  $k-1$  组温度数据的平均值,  $\bar{H}_{k-1}$  为前  $k-1$  组湿度数据的平均值,  $\bar{Z}_{k-1}$  为前  $k-1$  组振动数据的最大值,  $\bar{C}_{k-1}$  为前  $k-1$  组磁场强度数据的平均值, 初始化  $\bar{T}_1 = T_1$ ,  $\bar{H}_1 = H_1$ ,  $\bar{Z}_1 = Z_1$ ,  $\bar{C}_1 = C_1$ , 得到:第k组温度数据与前  $k-1$

组温度数据的平均值的偏差  $\Delta T_k \% = |\frac{T_k - \bar{T}_{k-1}}{\bar{T}_{k-1}}|$ , 第k组湿度数据与前  $k-1$  组湿度数据的平

均值的偏差  $\Delta H_k \% = |\frac{H_k - \bar{H}_{k-1}}{\bar{H}_{k-1}}|$ , 第k组振动数据与前  $k-1$  组振动数据的最大值的偏差

$\Delta Z_k \% = |\frac{Z_k - \bar{Z}_{k-1}}{\bar{Z}_{k-1}}|$ , 第k组磁场强度数据与前  $k-1$  组磁场强度数据的平均值的偏差

$\Delta C_k \% = |\frac{C_k - \bar{C}_{k-1}}{\bar{C}_{k-1}}|$ ;

[0022] 第五模块,若  $\Delta T_k \%$ 、 $\Delta H_k \%$ 、 $\Delta Z_k \%$  和  $\Delta C_k \%$  中的任意一个大于20%,则表明当前环境有较大变化,将第k组环境数据  $D_k$  和前  $k-1$  组环境数据的表征值  $D_{k-1}$  组帧发送至终端计算机,跳转至第一模块;若  $\Delta T_k \%$ 、 $\Delta H_k \%$ 、 $\Delta Z_k \%$  和  $\Delta C_k \%$  均不大于20%,则表明当前环境

没有太大变化,进行如下计算:前k组温度数据的平均值 $\bar{T}_k = \frac{T_k + \bar{T}_{k-1} * (k-1)}{k}$ ,前k组湿

度数据的平均值 $\bar{H}_k = \frac{H_k + \bar{H}_{k-1} * (k-1)}{k}$ ,前k组振动数据的最大值 $\bar{Z}_k = \max\{Z_k, \bar{Z}_{k-1}\}$ ,

前k组磁场强度数据的平均值 $\bar{C}_k = \frac{C_k + \bar{C}_{k-1} * (k-1)}{k}$ ,跳转至第六模块;

[0023] 第六模块,判断k是否等于预定值N,是则将前k组环境数据的表征值 $\bar{D}_k = \{\bar{T}_k, \bar{H}_k, \bar{Z}_k, \bar{C}_k\}$ 组帧发送至终端计算机,跳转至第一模块;否则跳转至第三模块。

[0024] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,具有以下有益效果:

[0025] (1)环境在线监测系统包括六个传感模块,分别设置在三相电子式电压互感器和三相电子式电流互感器的底座上,能全面监测互感器周围的环境情况,进而能准确评估环境对数字式电能表计量性能的影响。

[0026] (2)每个传感模块中均包括微处理器,通过微处理器对传感模块采集的温湿度、振动和磁场等信息进行预处理后发送至终端计算机,防止采集的数据在传输的过程中丢失或出现乱码,导致环境监测数据不完整,影响后期对数字式电能表计量性能的准确评定,同时能大幅简化终端计算机中的数据处理过程。

## 附图说明

[0027] 图1是本发明实施例的环境在线监测系统的工作原理示意图;

[0028] 图2是传感模块的工作原理示意图;

[0029] 图3是微处理器的工作流程示意图。

## 具体实施方式

[0030] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0031] 如图1所示,本发明实施例的环境在线监测系统包括六个传感模块,它们分别安装在三相电子式电压互感器和三相电子式电流互感器的底座上,用于获取互感器周围的环境信息(包括温度、湿度、振动和磁场信息),并对这些信息进行预处理后发送至终端计算机。

[0032] 如图2所示,在本发明的一个实施例中,传感模块包括温湿度传感单元、振动传感单元、磁场传感单元、微处理器、无线发送模块和直流电源。其中,温湿度传感单元用于测量环境中的温度和湿度大小,振动传感单元用于测量环境中的振动大小,磁场传感单元用于测量环境中的磁场强度大小;微处理器用于对温度、湿度、振动和磁场强度信号进行预处理后发送至终端计算机;无线发送模块用于传输经微处理器预处理后得到的环境数据(包括温度、湿度、振动和磁场数据)。直流电源用于为温湿度传感单元、振动传感单元、磁场传感

单元、微处理器和无线发送模块供电,使传感模块处于浮地状态,避免断路器合闸跳闸时产生的暂态过电压对传感模块形成冲击,损坏传感模块。

[0033] 根据数字化变电站中电力设备的实际运行环境要求,温湿度传感单元的温度测量范围为-20℃~80℃,湿度测量范围为20%~100%,温湿度传感单元可以选用SENSIRION公司生产的SHT10,输出数字信号;振动传感单元应能明显感知诸如隔离刀闸开合引起的振动,振动传感单元可以选用801s振动探头,输出模拟信号,微处理器对输出的模拟信号进行AD转换,得到表征振动大小的数字信号;磁场传感单元应能检测到50Hz~300MHz频带的电磁干扰,磁场传感单元可以选用台湾泰仕生产的TES-1394辐射测试仪,通过RS232协议输出XYZ三轴磁场强度分量,微处理器取三者的平方和开方值,得到磁场强度。微处理器可以选用TI公司生产的MSP430F2232低功耗单片机。无线发送模块采用433MHz频带,能有效避免其它无线信号的干扰。直流电源可以选用5V直流电源模块。

[0034] 由于环境传感模块每次发送的数据较多,若六台传感模块将监测的环境信息实时发送至终端计算机,而不通过微处理器进行预处理,会导致终端计算机对数据的提取及处理极度繁琐,同时容易造成数据的丢码和乱码,导致环境监测数据的不完整,严重的将会造成某种突发情况下环境数据的丢失,如隔离开关动作,进而影响后期对数字式电能表计量性能的准确评定。考虑到通常情况下自然环境短时间内变化较小,没有必要实时向控制室内的终端计算机发送数据,因此,本发明设计的环境在线监测系统在微处理器中对各传感器检测的环境信号进行预处理后再进行发送,以使整个系统监测到数据精简有效。

[0035] 如图3所示,微处理器的工作过程包括如下步骤:

[0036] (1)初始化k=1。

[0037] (2)利用温湿度传感单元、振动传感单元和磁场传感单元检测到的信号获取第k组环境数据 $D_k = \{T_k, H_k, Z_k, C_k\}$ ,其中,T<sub>k</sub>为第k组温度数据,H<sub>k</sub>为第k组湿度数据,Z<sub>k</sub>为第k组振动数据,C<sub>k</sub>为第k组磁场强度数据。

[0038] (3)判断振动数据Z<sub>k</sub>是否为0,是则顺序执行步骤(4);否则表示可能有断路器开合的情况发生,将第k组环境数据D<sub>k</sub>组帧发送至终端计算机,返回步骤(1)。

[0039] (4)令k=k+1,利用温湿度传感单元、振动传感单元和磁场传感单元检测到的信号获取第k组环境数据 $D_k = \{T_k, H_k, Z_k, C_k\}$ 。

[0040] (5)将第k组环境数据D<sub>k</sub>与前k-1组环境数据的表征值 $\bar{D}_{k-1} = \{\bar{T}_{k-1}, \bar{H}_{k-1}, \bar{Z}_{k-1}, \bar{C}_{k-1}\}$ 进行比较,其中, $\bar{T}_{k-1}$ 为前k-1组温度数据的平均值, $\bar{H}_{k-1}$ 为前k-1组湿度数据的平均值, $\bar{Z}_{k-1}$ 为前k-1组振动数据的最大值, $\bar{C}_{k-1}$ 为前k-1组磁场强度数据的平均值,初始化 $\bar{T}_1 = T_1, \bar{H}_1 = H_1, \bar{Z}_1 = Z_1, \bar{C}_1 = C_1$ ,得到:

[0041] 第k组温度数据与前k-1组温度数据的平均值的偏差 $\Delta T_k \% = |\frac{T_k - \bar{T}_{k-1}}{\bar{T}_{k-1}}|$ ,

[0042] 第k组湿度数据与前k-1组湿度数据的平均值的偏差 $\Delta H_k \% = |\frac{H_k - \bar{H}_{k-1}}{\bar{H}_{k-1}}|$ ,

[0043] 第k组振动数据与前k-1组振动数据的最大值的偏差  $\Delta Z_k\% = |\frac{Z_k - \bar{Z}_{k-1}}{\bar{Z}_{k-1}}|$ ,

[0044] 第 k 组 磁 场 强 度 数据 与 前 k - 1 组 磁 场 强 度 数据 的 平 均 值 的 偏 差  
 $\Delta C_k\% = |\frac{C_k - \bar{C}_{k-1}}{\bar{C}_{k-1}}|$ 。

[0045] (6)若  $\Delta T_k\%$ 、 $\Delta H_k\%$ 、 $\Delta Z_k\%$  和  $\Delta C_k\%$  中的任意一个大于20%，则表明当前环境有较大变化，将第k组环境数据D<sub>k</sub>和前k-1组环境数据的表征值  $\bar{D}_{k-1}$  组帧发送至终端计算机，返回步骤(1)；若  $\Delta T_k\%$ 、 $\Delta H_k\%$ 、 $\Delta Z_k\%$  和  $\Delta C_k\%$  均不大于20%，则表明当前环境没有太大变化，进行如下计算：

[0046] 前k组温度数据的平均值  $\bar{T}_k = \frac{T_k + \bar{T}_{k-1} * (k - 1)}{k}$ ,

[0047] 前k组湿度数据的平均值  $\bar{H}_k = \frac{H_k + \bar{H}_{k-1} * (k - 1)}{k}$ ,

[0048] 前k组振动数据的最大值  $\bar{Z}_k = \max \{Z_k, \bar{Z}_{k-1}\}$ ,

[0049] 前k组磁场强度数据的平均值  $\bar{C}_k = \frac{C_k + \bar{C}_{k-1} * (k - 1)}{k}$ ,

[0050] 顺序执行步骤(7)。

[0051] (7)判断k是否等于预定值N,是则将前k组环境数据的表征值  $\bar{D}_k = \{\bar{T}_k, \bar{H}_k, \bar{Z}_k, \bar{C}_k\}$  组帧发送至终端计算机,返回步骤(1);否则返回步骤(4)。

[0052] 其中,N的取值由微处理器完成一组环境数据的获取、计算和比较所需的时间以及实际环境无明显变化的维持时间确定。例如,微处理器完成一组环境数据的获取、计算和比较所需的时间为3~5s,实际环境约在10min内无明显变化,若微处理器每10min发送一次数据,一天内计算机接收到的数据也足够多,因此可以考虑取N=100。如果N的取值过小,会导致微处理器频繁发送数据,数据丢码和乱码的现象无法得到有效解决;如果N的取值过大,在环境发生明显变化时,可能会由于后续获取的环境数据与之前各组环境数据的表征值差别不大,导致有效环境数据的丢失,进而导致向计算机发送的环境数据不具代表性,不利于后期分析评估环境因素对数字电能计量系统性能的影响。

[0053] 下面以传感模块1为例,对微处理器的工作过程进行详细说明。

[0054] 获取第一组环境数据,其中,温度数据取十位、个位和十分之一位三位有效值,分别为T<sub>11</sub>、T<sub>21</sub>和T<sub>31</sub>,湿度数据取十位、个位和十分之一位三位有效值,分别为H<sub>11</sub>、H<sub>21</sub>和H<sub>31</sub>,振动数据取个位和十分之一位两位有效值,分别为Z<sub>11</sub>和Z<sub>21</sub>,磁场强度数据取十位、个位和十分之一位三位有效值,分别为C<sub>11</sub>、C<sub>21</sub>和C<sub>31</sub>。

[0055] 判断振动值Z<sub>11</sub>Z<sub>21</sub>是否为0,不为0则表示可能有断路器开合的情况发生,将第一组环境数据组帧发送,帧格式为0XAA,0X5i,0X0T11,0X0T21,0X0T31,0X0H11,0X0H21,0X0H31,0X0Z11,0X0Z21,0X0C11,0X0C21,0X0C31,0XJ1,其中,0X代表十六进制数,0XAA,0X5i为帧头,i

=1~6为传感模块的序号,对于传感模块1,可以取*i*=1,校验位J<sub>1</sub>=T<sub>11</sub>+T<sub>21</sub>+T<sub>31</sub>+H<sub>11</sub>+H<sub>21</sub>+H<sub>31</sub>+Z<sub>11</sub>+Z<sub>21</sub>+C<sub>11</sub>+C<sub>21</sub>+C<sub>31</sub>。

[0056] 若振动值Z<sub>11</sub>Z<sub>21</sub>为0,则继续监测获取第二组环境数据T<sub>12</sub>、T<sub>22</sub>、T<sub>32</sub>、H<sub>12</sub>、H<sub>22</sub>、H<sub>32</sub>、Z<sub>12</sub>、Z<sub>22</sub>、C<sub>12</sub>、C<sub>22</sub>和C<sub>32</sub>,并与监测到的第一组的环境值进行比较,结果如下:

$$[0057] \Delta T_2 \% = \left| \frac{T_{12}T_{22}T_{32} - T_{11}T_{21}T_{31}}{T_{11}T_{21}T_{31}} \right|,$$

$$[0058] \Delta H_2 \% = \left| \frac{H_{12}H_{22}H_{32} - H_{11}H_{21}H_{31}}{H_{11}H_{21}H_{31}} \right|,$$

$$[0059] \Delta Z_2 \% = \left| \frac{Z_{12}Z_{22} - Z_{11}Z_{21}}{Z_{11}Z_{21}} \right|,$$

$$[0060] \Delta C_2 \% = \left| \frac{C_{12}C_{22}C_{32} - C_{11}C_{21}C_{31}}{C_{11}C_{21}C_{31}} \right|.$$

[0061] 若ΔT<sub>2</sub>%、ΔH<sub>2</sub>%、ΔZ<sub>2</sub>%和ΔC<sub>2</sub>%中的任意一个大于20%,则表明当前环境有较大变化,将第二组环境数据与第一组环境数据组帧发送,帧格式为0XAA,0X5*i*,0X0T<sub>11</sub>,0X0T<sub>21</sub>,0X0T<sub>31</sub>,0X0H<sub>11</sub>,0X0H<sub>21</sub>,0X0H<sub>31</sub>,0X0Z<sub>11</sub>,0X0Z<sub>21</sub>,0X0C<sub>11</sub>,0X0C<sub>21</sub>,0X0C<sub>31</sub>,0XJ<sub>1</sub>,0XAA,0X5*i*,0X0T<sub>12</sub>,0X0T<sub>22</sub>,0X0T<sub>32</sub>,0X0H<sub>12</sub>,0X0H<sub>22</sub>,0X0H<sub>32</sub>,0X0Z<sub>12</sub>,0X0Z<sub>22</sub>,0X0C<sub>12</sub>,0X0C<sub>22</sub>,0X0C<sub>32</sub>,0XJ<sub>2</sub>,其中,校验位J<sub>2</sub>=T<sub>12</sub>+T<sub>22</sub>+T<sub>32</sub>+H<sub>12</sub>+H<sub>22</sub>+H<sub>32</sub>+Z<sub>12</sub>+Z<sub>22</sub>+C<sub>12</sub>+C<sub>22</sub>+C<sub>32</sub>。

[0062] 若ΔT<sub>2</sub>%、ΔH<sub>2</sub>%、ΔZ<sub>2</sub>%和ΔC<sub>2</sub>%均不大于20%,则表明当前环境没有太大变化,分别进行如下计算,得到前两组环境数据的表征值:

$$[0063] \overline{T_{12}T_{22}T_{32}} = \frac{T_{11}T_{21}T_{31} + T_{12}T_{22}T_{32}}{2},$$

$$[0064] \overline{H_{12}H_{22}H_{32}} = \frac{H_{11}H_{21}H_{31} + H_{12}H_{22}H_{32}}{2},$$

$$[0065] \overline{Z_{12}Z_{22}} = \max \{Z_{11}Z_{21}, Z_{12}Z_{22}\},$$

$$[0066] \overline{C_{12}C_{22}C_{32}} = \frac{C_{11}C_{21}C_{31} + C_{12}C_{22}C_{32}}{2}.$$

[0067] 继续监测获取第三组环境数据T<sub>13</sub>、T<sub>23</sub>、T<sub>33</sub>、H<sub>13</sub>、H<sub>23</sub>、H<sub>33</sub>、Z<sub>13</sub>、Z<sub>23</sub>、C<sub>13</sub>、C<sub>23</sub>和C<sub>33</sub>,并与前两组环境数据的表征值进行比较,结果如下:

$$[0068] \Delta T_3 \% = \left| \frac{\overline{T_{13}T_{23}T_{33}} - \overline{T_{12}T_{22}T_{32}}}{\overline{T_{12}T_{22}T_{32}}} \right|,$$

$$[0069] \Delta H_3 \% = \left| \frac{\overline{H_{13}H_{23}H_{33}} - \overline{H_{12}H_{22}H_{32}}}{\overline{H_{12}H_{22}H_{32}}} \right|,$$

$$[0070] \Delta Z_3 \% = \left| \frac{\overline{Z_{13}Z_{23}} - \overline{Z_{12}Z_{22}}}{\overline{Z_{12}Z_{22}}} \right|,$$

$$[0071] \Delta C_3 \% = \left| \frac{C_{1_3} C_{2_3} C_{3_3} - \overline{C_{1_2} C_{2_2} C_{3_2}}}{\overline{C_{1_2} C_{2_2} C_{3_2}}} \right|.$$

[0072] 若  $\Delta T_3\%$ 、 $\Delta H_3\%$ 、 $\Delta Z_3\%$  和  $\Delta C_3\%$  中的任意一个大于 20%，则表明当前环境有较大变化，将第三组环境数据与前两组环境数据的表征值组帧发送，帧格式为 0XAA, 0X5i,  $OX0\overline{T1_2}$ ,  $OX0\overline{T2_2}$ ,  $OX0\overline{T3_2}$ ,  $OX0\overline{H1_2}$ ,  $OX0\overline{H2_2}$ ,  $OX0\overline{H3_2}$ ,  $OX0\overline{Z1_2}$ ,  $OX0\overline{Z2_2}$ ,  $OX0\overline{C1_2}$ ,  $OX0\overline{C2_2}$ ,  $OX0\overline{C3_2}$ ,  $OX\overline{J_2}$ , 0XAA, 0X5i,  $OX0T1_3$ ,  $OX0T2_3$ ,  $OX0T3_3$ ,  $OX0H1_3$ ,  $OX0H2_3$ ,  $OX0H3_3$ ,  $OX0Z1_3$ ,  $OX0Z2_3$ ,  $OX0C1_3$ ,  $OX0C2_3$ ,  $OX0C3_3$ ,  $OXJ_3$ ，其中，校验位  $\overline{J_2} = \overline{T1_2} + \overline{T2_2} + \overline{T3_2} + \overline{H1_2} + \overline{H2_2} + \overline{H3_2} + \overline{Z1_2} + \overline{Z2_2} + \overline{C1_2} + \overline{C2_2} + \overline{C3_2}$ ， $J_3 = T1_3 + T2_3 + T3_3 + H1_3 + H2_3 + H3_3 + Z1_3 + Z2_3 + C1_3 + C2_3 + C3_3$ 。

[0073] 若  $\Delta T_3\%$ 、 $\Delta H_3\%$ 、 $\Delta Z_3\%$  和  $\Delta C_3\%$  均不大于 20%，则表明当前环境没有太大变化，分别进行如下计算，得到前三组环境数据的表征值：

$$[0074] \overline{T1_3 T2_3 T3_3} = \frac{\overline{T1_2 T2_2 T3_2} * 2 + T1_3 T2_3 T3_3}{3},$$

$$[0075] \overline{H1_3 H2_3 H3_3} = \frac{\overline{H1_2 H2_2 H3_2} * 2 + H1_3 H2_3 H3_3}{3},$$

$$[0076] \overline{Z1_3 Z2_3} = \max \{ \overline{Z1_2 Z2_2}, Z1_3 Z2_3 \},$$

$$[0077] \overline{C1_3 C2_3 C3_3} = \frac{\overline{C1_2 C2_2 C3_2} * 2 + C1_3 C2_3 C3_3}{3}.$$

[0078] 重复上述过程，若在此之前当前环境一直没有太大变化，直至监测获取第 100 组环境数据  $T1_{100}$ 、 $T2_{100}$ 、 $T3_{100}$ 、 $H1_{100}$ 、 $H2_{100}$ 、 $H3_{100}$ 、 $Z1_{100}$ 、 $Z2_{100}$ 、 $C1_{100}$ 、 $C2_{100}$  和  $C3_{100}$ ，并与前 99 组环境数据的表征值进行比较，结果如下：

$$[0079] \Delta T_{100} \% = \left| \frac{T1_{100} T2_{100} T3_{100} - \overline{T1_99 T2_99 T3_99}}{\overline{T1_99 T2_99 T3_99}} \right|,$$

$$[0080] \Delta H_{100} \% = \left| \frac{H1_{100} H2_{100} H3_{100} - \overline{H1_99 H2_99 H3_99}}{\overline{H1_99 H2_99 H3_99}} \right|,$$

$$[0081] \Delta Z_{100} \% = \left| \frac{Z1_{100} Z2_{100} - \overline{Z1_99 Z2_99}}{\overline{Z1_99 Z2_99}} \right|,$$

$$[0082] \Delta C_{100} \% = \left| \frac{C1_{100} C2_{100} C3_{100} - \overline{C1_99 C2_99 C3_99}}{\overline{C1_99 C2_99 C3_99}} \right|.$$

[0083] 若  $\Delta T_{100}\%$ 、 $\Delta H_{100}\%$ 、 $\Delta Z_{100}\%$  和  $\Delta C_{100}\%$  中的任意一个大于 20%，则表明当前环境有较大变化，将第 100 组环境数据与前 99 组环境数据的表征值组帧发送，帧格式为 0XAA, 0X5i,  $OX0\overline{T1_{99}}$ ,  $OX0\overline{T2_{99}}$ ,  $OX0\overline{T3_{99}}$ ,  $OX0\overline{H1_{99}}$ ,

$OX0\overline{H2}_{99}$ ,  $OX0\overline{H3}_{99}$ ,  $OX0\overline{Z1}_{99}$ ,  $OX0\overline{Z2}_{99}$ ,  $OX0\overline{Cl}_{99}$ ,  $OX0\overline{C2}_{99}$ ,  $OX0\overline{C3}_{99}$ ,  $OX\overline{J}_{99}$ ,  $0XAA$ ,  $0X5i$ ,  $0X0T1_{100}$ ,  $0X0T2_{100}$ ,  $0X0T3_{100}$ ,  $0X0H1_{100}$ ,  $0X0H2_{100}$ ,  $0X0H3_{100}$ ,  $0X0Z1_{100}$ ,  $0X0Z2_{100}$ ,  $0X0C1_{100}$ ,  $0X0C2_{100}$ ,  $0X0C3_{100}$ ,  $0XJ_{100}$ , 其中, 校验位  $J_{99} = \overline{T1}_{99} + \overline{T2}_{99} + \overline{T3}_{99} + \overline{H1}_{99} + \overline{H2}_{99} + \overline{H3}_{99} + \overline{Z1}_{99} + \overline{Z2}_{99} + \overline{Cl}_{99} + \overline{C2}_{99} + \overline{C3}_{99}$ ,  $J_{100} = T1_{100} + T2_{100} + T3_{100} + H1_{100} + H2_{100} + H3_{100} + Z1_{100} + Z2_{100} + Cl_{100} + C2_{100} + C3_{100}$ 。

[0084] 若  $\Delta T_{100}\%$ 、 $\Delta H_{100}\%$ 、 $\Delta Z_{100}\%$  和  $\Delta C_{100}\%$  均不大于 20%，则表明当前环境没有太大变化，分别进行如下计算，得到前 100 组环境数据的表征值：

$$[0085] \quad \overline{T1}_{100} \overline{T2}_{100} \cdot \overline{T3}_{100} = \frac{\overline{T1}_{99} \overline{T2}_{99} \cdot \overline{T3}_{99} * 99 + \overline{T1}_{100} \overline{T2}_{100} \cdot \overline{T3}_{100}}{100},$$

$$[0086] \quad \overline{H1}_{100} \overline{H2}_{100} \cdot \overline{H3}_{100} = \frac{\overline{H1}_{99} \overline{H2}_{99} \cdot \overline{H3}_{99} * 99 + \overline{H1}_{100} \overline{H2}_{100} \cdot \overline{H3}_{100}}{100},$$

$$[0087] \quad \overline{Z1}_{100} \cdot \overline{Z2}_{100} = \max \{ \overline{Z1}_{99}, \overline{Z2}_{99}, \overline{Z1}_{100}, \overline{Z2}_{100} \},$$

$$[0088] \quad \overline{Cl}_{100} \overline{C2}_{100} \cdot \overline{C3}_{100} = \frac{\overline{Cl}_{99} \overline{C2}_{99} \cdot \overline{C3}_{99} * 99 + \overline{Cl}_{100} \overline{C2}_{100} \cdot \overline{C3}_{100}}{100}.$$

[0089] 将第 100 组环境数据的表征值组帧发送，帧格式为  $0XAA$ ,  $0X5i$ ,  $OX0\overline{T1}_{100}$ ,  $OX0\overline{T2}_{100}$ ,  $OX0\overline{T3}_{100}$ ,  $OX0\overline{H1}_{100}$ ,  $OX0\overline{H2}_{100}$ ,  $OX0\overline{H3}_{100}$ ,  $OX0\overline{Z1}_{100}$ ,  $OX0\overline{Z2}_{100}$ ,  $OX0\overline{Cl}_{100}$ ,  $OX0\overline{C2}_{100}$ ,  $OX0\overline{C3}_{100}$ ,  $OX\overline{J}_{100}$ , 其中， $J_{100} = \overline{T1}_{100} + \overline{T2}_{100} + \overline{T3}_{100} + \overline{H1}_{100} + \overline{H2}_{100} + \overline{H3}_{100} + \overline{Z1}_{100} + \overline{Z2}_{100} + \overline{Cl}_{100} + \overline{C2}_{100} + \overline{C3}_{100}$ 。进入下一循环。

[0090] 终端计算机接收来自微处理器的环境数据，具体地，在接收到  $0XAA$ ,  $0X5i$  后，对后面的 12 个十六进制数据进行解析，若第 12 个数据为前 11 个数据之和，则说明该组数据有效，按数据顺序解析出温度、湿度、振动和磁场信息并进行显示和保存，并根据这些信息评定环境因素对数字式电能表计量性能的影响。

[0091] 本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

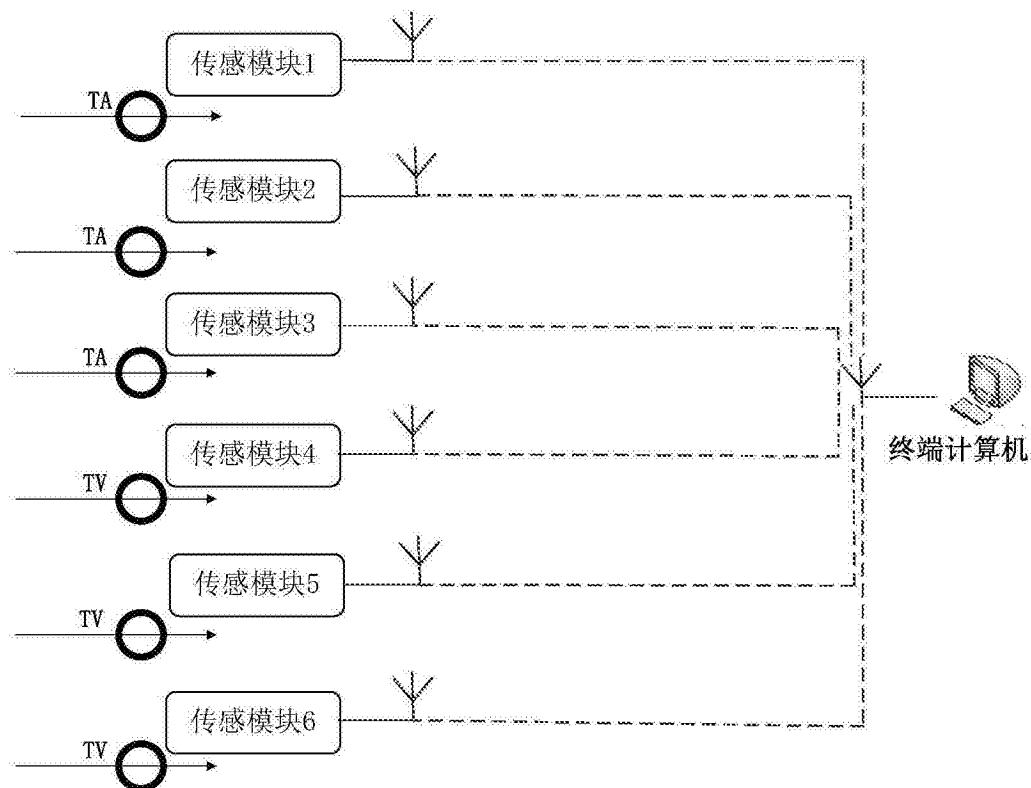


图1

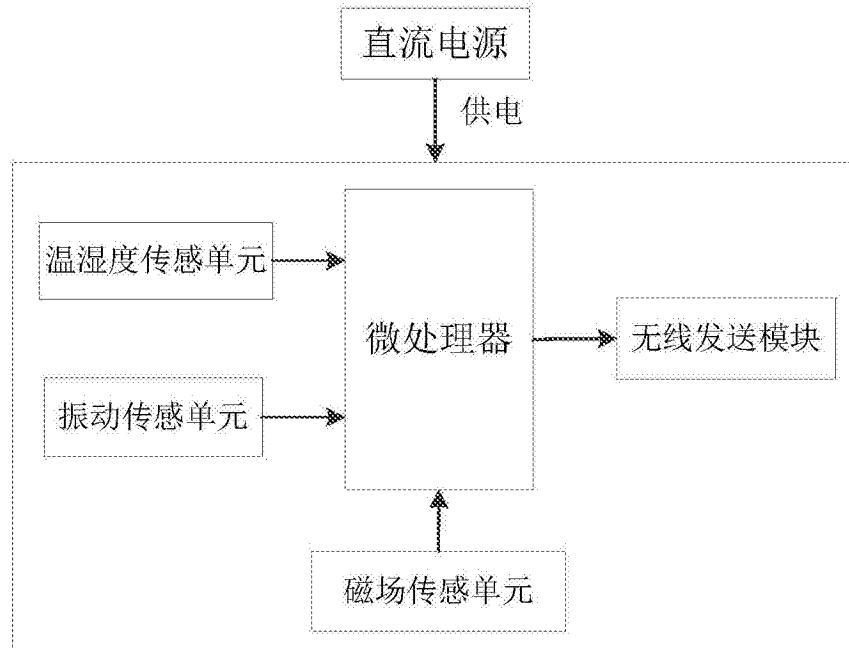


图2

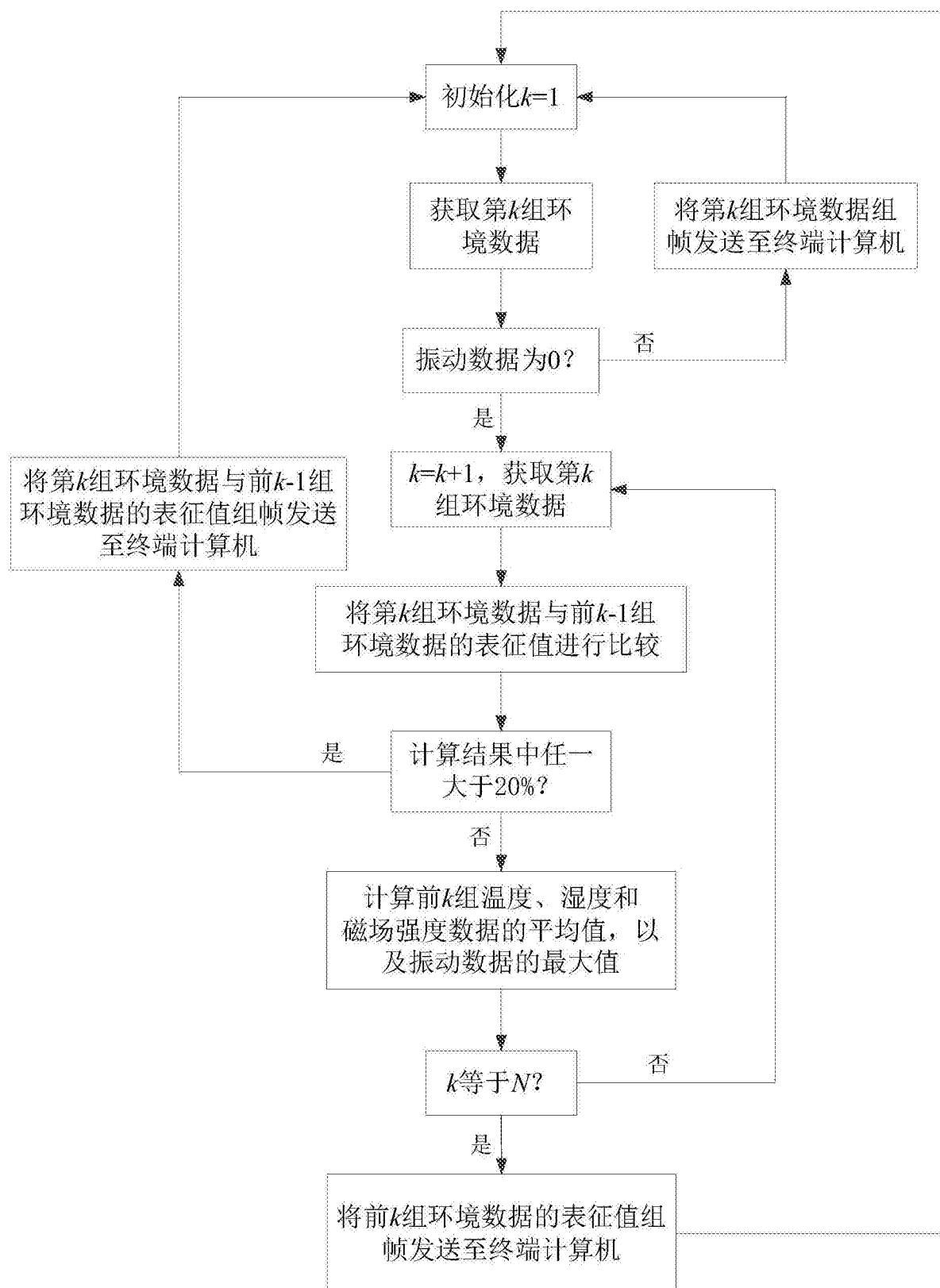


图3