(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 108072454 A
(43)申请公布日 2018.05.25

(21)申请号 201611012107.3

(22)申请日 2016.11.17

(71)申请人 中国电力科学研究院
地址 100192 北京市海淀区清河小营东路15号
申请人 国家电网公司
国网北京市电力公司

(72)发明人 关石磊 韩筛根 范闻博 吴燕 符金伟 尹惠 陈丽安

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271
代理人 徐国文

(51)Int.Cl.
G01K 1/02(2006.01)
H02J 5/00(2016.01)

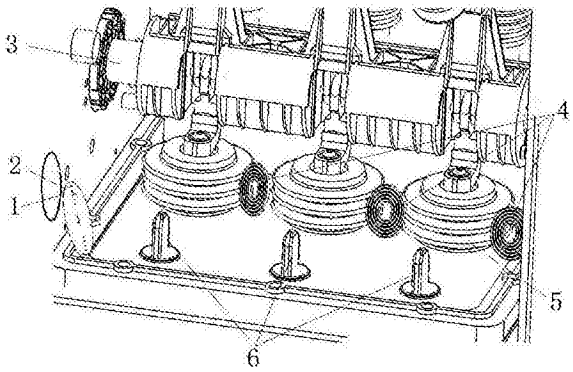
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统

(57)摘要

本发明提供一种基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其包含测温模块、ZigBee无线通信模块以及无线电能传输模块。本发明在固体环网柜圆形观察窗处加装能量发送装置，在环氧底座上安置能量接收装置，与温度传感器相连；ZigBee无线通信模块安装在环氧底座上，与温度传感器相连，实现了一二次融合；无线电能传输模块对固体环网柜原始绝缘设计影响较小，成本较低；ZigBee无线通信模块是部署无线传感器网络的新技术，具有待机功耗低、网络容量大、延时短、网络自组织自治愈能力强以及通讯可靠等特点。



CN 108072454 A

1.基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述系统包括：

测温模块，用于采集温度数据，并将温度数据传输给ZigBee无线通信模块；

ZigBee无线通信模块，用于将温度数据打包为测温数据包，并将测温数据包传输到固体环网柜外部的上位机；以及

无线电能传输模块，用于为测温模块和ZigBee无线通信模块供电。

2.根据权利要求1所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述固体环网柜包括柜体，所述柜体的侧面设有观察窗，其底部设有环氧底座。

3.根据权利要求2所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述测温模块包括采集单元和通信控制单元；

所述采集单元采集温度数据，并将采集的温度数据发送给通信控制单元，所述通信控制单元将接收的温度数据发送给ZigBee无线通信模块，同时对接收的温度数据进行解析，之后发送控制指令或者重传输指令给采集单元。

4.根据权利要求3所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述采集单元包括温度传感器，所述温度传感器固定在测温点上。

5.根据权利要求4所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述ZigBee无线通信模块固定在环氧底座上，其与温度传感器连接；

所述ZigBee无线通信模块的个数与温度传感器个数相等。

6.根据权利要求5所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述ZigBee无线通信模块与上位机之间遵循ZigBee无线通信协议。

7.根据权利要求6所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述ZigBee无线通信协议包括控制层、网络层和应用层；

所述控制层用于对网络层和应用层进行控制；

所述应用层将温度数据打包为测温数据包，并将测温数据包传输给网络层，所述网络层将接收到的测温数据包打包为网络数据包，并将网络数据包传输给上位机。

8.根据权利要求2所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述无线电能传输模块包括高频电源、能量发送装置、能量接收装置、负载线圈和整流稳压模块；

所述高频电源与能量发送装置位于固体环网柜外部，所述能量接收装置、负载线圈和整流稳压模块位于固体环网柜内部。

9.根据权利要求8所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述高频电源为能量发送装置提供交流电，所述能量发送装置通过观察窗将能量发送给能量接收装置，所述能量接收装置将接收的能量传输给负载线圈，所述负载线圈再将能量传输给整流稳压模块，所述整流稳压模块将交流电转换为直流电为测温模块和ZigBee无线通信模块供电。

10.根据权利要求8或9所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述能量接收装置固定在环氧底座上，其与温度传感器连接。

11.根据权利要求8或9所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述能量发送装置包括串联的能量发送线圈和发送端补偿电容；

所述能量接收装置包括串联的能量接收线圈和接收端补偿电容。

12.根据权利要求11所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述能量发送线圈和能量接收线圈采用规格相同的扁平螺旋线圈，扁平螺旋线圈的铜线截面为圆形。

13.根据权利要求11所述的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，其特征在于，所述能量发送线圈的内径为80～90mm，匝数为5～7，线径为5～8mm，线间距为9～10mm；

所述能量接收线圈的内径为30～40mm，匝数为5～7，线径为8～10mm，线间距为11～12mm；

所述负载线圈的内径为20～60mm，匝数为1～5，线径为11～12mm，线间距为1～3mm。

基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测温系统，具体涉及一种基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统。

背景技术

[0002] 固体环网柜是成套配电装置的一种，是将同一回路的中压开关电器、测量仪表、保护电器和辅助设备都装配在一个或两个金属柜中。

[0003] 固体环网柜中的隔离开关是形成断口的重要设备，其接触部位的发热问题一直是制约固体环网柜寿命的重要因素。此外，由于测温点密闭于环氧树脂内部，安装与拆卸次数会影响绝缘；现在市场上已有的无线测温设备不适合安装在固体环网柜内目前，比较常用的配电网工作电源获取方法包括：电池供电、自取能线圈、高压电容分压取能、激光取能以及太阳能供电等，其中，电池供电的需经常更换电池，维护成本高；自取能线圈，需要有电流流过，若开关没有电流，测温装置需解决供电稳定性问题；高压电容分压取能方式在高压与智能设备间需要电气隔离，成本较高；激光取能以及太阳能供电的经济技术成本也较高。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的不足，本发明提供一种基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，应用ZigBee无线通信模块解决现有技术中提到的传感部件供电问题，为基于ZigBee无线通信模块的固体环网柜抗干扰测温系统提出ZigBee无线通信协议，保证温度数据在无线传输过程中不受干扰。

[0005] 为了实现上述发明目的，本发明采取如下技术方案：

[0006] 本发明提供一种基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，所述系统包括：

[0007] 测温模块，用于采集温度数据，并将温度数据传输给ZigBee无线通信模块；

[0008] ZigBee无线通信模块，用于将温度数据打包为测温数据包，并将测温数据包传输到固体环网柜外部的上位机；以及

[0009] 无线电能传输模块，用于为测温模块和ZigBee无线通信模块供电。

[0010] 所述固体环网柜包括柜体，所述柜体的侧面设有观察窗，其底部设有环氧底座。

[0011] 所述测温模块包括采集单元和通信控制单元；

[0012] 所述采集单元采集的温度数据，并将采集的温度数据发送给通信控制单元，所述通信控制单元将接收的温度数据发送给ZigBee无线通信模块，同时对接收的温度数据进行解析，之后发送控制指令或者重传输指令给采集单元。

[0013] 所述采集单元包括温度传感器，所述温度传感器固定在测温点上。

[0014] 所述ZigBee无线通信模块固定在环氧底座上，其与温度传感器连接；

[0015] 所述ZigBee无线通信模块的个数与温度传感器个数相等。

[0016] 所述ZigBee无线通信模块与上位机之间遵循ZigBee无线通信协议。

[0017] 所述ZigBee无线通信协议包括控制层、网络层和应用层；

[0018] 所述控制层用于对网络层和应用层进行控制；

[0019] 所述应用层将温度数据打包为测温数据包，并将测温数据包传输给网络层，所述网络层将接收到的测温数据包打包为网络数据包，并将网络数据包传输给上位机。

[0020] 所述无线电能传输模块包括高频电源、能量发送装置、能量接收装置、负载线圈和整流稳压模块；

[0021] 所述高频电源与能量发送装置位于固体环网柜外部，所述能量接收装置、负载线圈和整流稳压模块位于固体环网柜内部。

[0022] 所述高频电源为能量发送装置提供交流电，所述能量发送装置通过观察窗将能量发送给能量接收装置，所述能量接收装置将接收的能量传输给负载线圈，所述负载线圈再将能量传输给整流稳压模块，所述整流稳压模块将交流电转换为直流电传输给测温模块的温度传感器。

[0023] 所述能量接收装置固定在环氧底座上，其与温度传感器连接。

[0024] 所述能量发送装置包括串联的能量发送线圈和发送端补偿电容；

[0025] 所述能量接收装置包括串联的能量接收线圈和接收端补偿电容。

[0026] 所述能量发送线圈和能量接收线圈采用规格相同的扁平螺旋线圈，扁平螺旋线圈的铜线截面为圆形。

[0027] 所述能量发送线圈的内径为80～90mm，匝数为5～7，线径为5～8mm，线间距为9～10mm；

[0028] 所述能量接收线圈的内径为30～40mm，匝数为5～7，线径为8～10mm，线间距为11～12mm；

[0029] 所述负载线圈的内径为20～60mm，匝数为1～5，线径为11～12mm，线间距为1～3mm。

[0030] 与最接近的现有技术相比，本发明提供的技术方案具有以下有益效果：

[0031] 1)本发明提供的基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统包含用于采集温度数据，并将温度数据传输给ZigBee无线通信模块的测温模块、用于将温度数据打包为测温数据包，并将测温数据包传输到固体环网柜外部上位机的ZigBee无线通信模块以及用于为测温模块和ZigBee无线通信模块供电的无线电能传输模块，成本较低；

[0032] 2)本发明在固体环网柜圆形观察窗处加装能量发送装置，在环氧底座上安置能量接收装置，与温度传感器相连；ZigBee无线通信模块安装在环氧底座上，与温度传感器相连，实现了一二次融合；

[0033] 3)无线电能传输装置对固体环网柜原始绝缘设计影响较小，结构简单，测温准确度高，实用性强，应用广泛；

[0034] 4)ZigBee无线通信模块是部署无线传感器网络的新技术，具有待机功耗低、网络容量大、延时短、网络自组织自治愈能力强以及通讯可靠等特点；

[0035] 5)ZigBee无线通信模块与固体环网柜外部的上位机之间遵循ZigBee无线通信协议，最大程度上保证了无线数据传输的抗干扰性能；

[0036] 6)ZigBee无线通信协议压缩了测温数据包的大小，并且提高单次数据包载荷；测温数据包加入了未采集温度重传输机制，多个测温节点首先对时，每个测温节点错时发送

数据，避免产生无线网络信道冲突。

附图说明

[0037] 图1是本发明实施例中基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统结构图；

[0038] 图2是本发明实施例中无线电能传输模块示意图；

[0039] 图3是本发明实施例中采集单元中断程序流程图；

[0040] 图4是本发明实施例中通信控制单元中断程序流程图；

[0041] 其中，1-观察窗，2-能量发送线圈，3-主轴，4-能量接收线圈，5-环氧底座，6-接地刀，7-高频电源，8-负载线圈，9-整流稳压模块，10-用电设备，11-接收端补偿电容，12-发送端补偿电容。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0043] 本发明提供一种基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统，如图1，所述系统包括：

[0044] 测温模块，用于采集温度数据，并将温度数据传输给ZigBee无线通信模块；

[0045] ZigBee无线通信模块，用于将温度数据打包为测温数据包，并将测温数据包传输到固体环网柜外部的上位机；以及

[0046] 无线电能传输模块，用于为测温模块和ZigBee无线通信模块供电。

[0047] 所述固体环网柜包括柜体，所述柜体的侧面设有观察窗1，其底部设有环氧底座5。从观察窗1处可观察接地刀6是否接地。

[0048] 所述测温模块包括采集单元和通信控制单元；

[0049] 所述采集单元采集的温度数据，并将采集的温度数据发送给通信控制单元，所述通信控制单元将接收的温度数据发送给ZigBee无线通信模块，同时对接收的温度数据进行解析，之后发送控制指令或者重传输指令给采集单元。采集单元中断程序流程和通信控制单元中断程序流程分别如图3和图4所示。

[0050] 所述采集单元包括温度传感器，所述温度传感器固定在测温点上。

[0051] 所述ZigBee无线通信模块固定在环氧底座5上，其与温度传感器连接；

[0052] 所述ZigBee无线通信模块的个数与温度传感器个数相等。

[0053] 所述ZigBee无线通信模块与上位机之间遵循ZigBee无线通信协议。

[0054] ZigBee无线通信协议包括控制层、网络层和应用层；通过对每层网络优化，实现在复杂电磁环境下完成通信网络传输，具体有：

[0055] (1)控制层，此层网络通常无法修改配置，需要选择合适的物理硬件，即满足信噪比高，功率较高，传输质量好，抗干扰的硬件；

[0056] (2)网络层，即ZigBee本身的通信协议，在配置网络层参数时，选择合适的参数特别是波特率选择2400，以提高传输数据的质量，提高抗干扰能力；

[0057] (3)应用层，即ZigBee网络开发的主要通信层，单独设计应用层通信协议，功能上包括再次采集温度数据以及传输接收网络层数据，确保数据有效可靠，并能接收到更多的

测温数据。

[0058] 控制层是硬件层，好的硬件是通信协议的载体，是网络层和应用层正常工作的基础；网络层是连接控制层和应用层的纽带，其涉及数据通信的关键参数：波特率，较低的波特率能提高通信的抗干扰性能；应用层直接面对用户，是连接控制层、网路层与用户的桥梁。

[0059] 所述控制层用于对网络层和应用层进行控制；

[0060] 如图3，当测温工作开始时，基于磁耦合谐振供电方式的固体环网柜抗干扰测温系统初始化，设置100ms中断，温度记录列队清空，应用层将温度数据打包为测温数据包，并将测温数据包传输给网络层，所述网络层将接收到的测温数据包打包为网络数据包，并将网络数据包传输给上位机。上位机对接收的网络数据包进行解析，若是温度数据则记录接收的温度，若是错误包(传输过程中被强电磁干扰的少量0-1错乱的数据包，被校验出来的，称为错误包)则丢弃，若对比温度采集记录数据包为之前未能接收到的温度则重新传输。

[0061] 应用层具体设计如下：

[0062] (1)压缩数据包大小，减小应用层数据传输量，在此重新设计应用层数据包格式，结合表1对载荷类型作进一步说明：测温节点传输的温度数据，其对应载荷格式：假设一次传输温度数据的个数为N，则载荷大小为2*N，分别为N个温度的数值；控制节点发出的控制指令，对应载荷格式：3个字节，第1个字节为控制指令编号，2、3字节为控制指令参数；数据包重传输指令，对应载荷格式：2个字节，表示时间戳，即需要重传输的温度数据对应的时间，传输给测温节点，测温节点在自己历史记录中查找；数据包重传输应答指令：对应载荷格式：4个字节，前两个自己表示重传输温度的时间戳，后两个字节表示重传输温度的数值，并在应用层增加CRC校验数据，若数据包传输错误则丢弃；测温数据包通信协议内容如表1所示：

[0063] 表1

[0064]

占用字节	内容	值域	解释

[0065]

1	数据包识别码	0xFE	表示数据包开始
2	时间戳	0-65536	表示数据包产生的时间
1	数据包载荷长度	0-255	表示数据包有效载荷的长度
1	节点编号	0-255	表示发送数据包的节点
1	载荷类型	0-255	表示发送数据包载荷的不同类型
n	载荷	0-255*n	表示数据包的有效发送数据
2	CRC	0-65536	表示数据包的校验值，用来校验数据包是否正确

[0066] (2)提高单次数据包载荷，每个温度数据仅占用2个字节，在此我们设置一个数据包并不单单发送当前采集的温度数据，而是将最近的N个采集温度数据都发送给控制节点，这样每个采集温度都发送了N次，大大增加了数据被控制节点接收到的可能性；

[0067] (3)未采集温度重传输机制，由于环境中突然的强电磁性可能在短时间内干扰无

线传输，导致无法有效地接收发送过来的温度数据，若N个测温周期内没有收到温度数据，则发送重传输指令给测温节点，要求测温节点读取自身的测温记录并重新传输；

[0068] (4)测温网络中测温节点设定在10个以内，每个测温节点有自身单独编号，若时钟周期为10Hz，即在100ms内每个测温节点发送一个数据，但这样很有可能产生测温节点在同一时刻发送测温数据的情况，产生无线网络信道冲突，为了避免这种情况发生，将所有节点进行对时，即所有节点时钟数据一致，每个测温节点发送数据的时刻为100ms*NT+ID/totoal*100ms(其中，NT代表发送的周期数，ID代表自身编号)，即每个节点在基准时刻100ms*NT+偏移自身编号/总节点数*100ms的时刻发送数据。

[0069] 如图2所示，无线电能传输模块包括高频电源7、能量发送装置、能量接收装置、负载线圈8和整流稳压模块9；

[0070] 所述高频电源7与能量发送装置位于固体环网柜外部，所述能量接收装置、负载线圈8和整流稳压模块9位于固体环网柜内部。

[0071] 所述高频电源7为能量发送装置提供交流电，所述能量发送装置通过观察窗1将能量发送给能量接收装置，所述能量接收装置将接收的能量传输给负载线圈8，所述负载线圈8再将能量传输给整流稳压模块9，所述整流稳压模块9将交流电转换为直流电传输给测温模块的温度传感器。

[0072] 所述能量接收装置固定在环氧底座5上，其与温度传感器连接。

[0073] 所述能量发送装置包括串联的能量发送线圈2和发送端补偿电容12；

[0074] 所述能量接收装置包括串联的能量接收线圈4和接收端补偿电容11。

[0075] 能量发送线圈2和能量接收线圈4采用规格相同的扁平螺旋线圈，扁平螺旋线圈的铜线截面为圆形。

[0076] 能量发送线圈2的内径为80～90mm，匝数为5～7，线径为5～8mm，线间距为9～10mm；

[0077] 能量接收线圈4的内径为30～40mm，匝数为5～7，线径为8～10mm，线间距为11～12mm；

[0078] 负载线圈8的内径为20～60mm，匝数为1～5，线径为11～12mm，线间距为1～3mm。

[0079] 最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，所属领域的普通技术人员参照上述实施例依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换，这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，均在申请待批的本发明的权利要求保护范围之内。

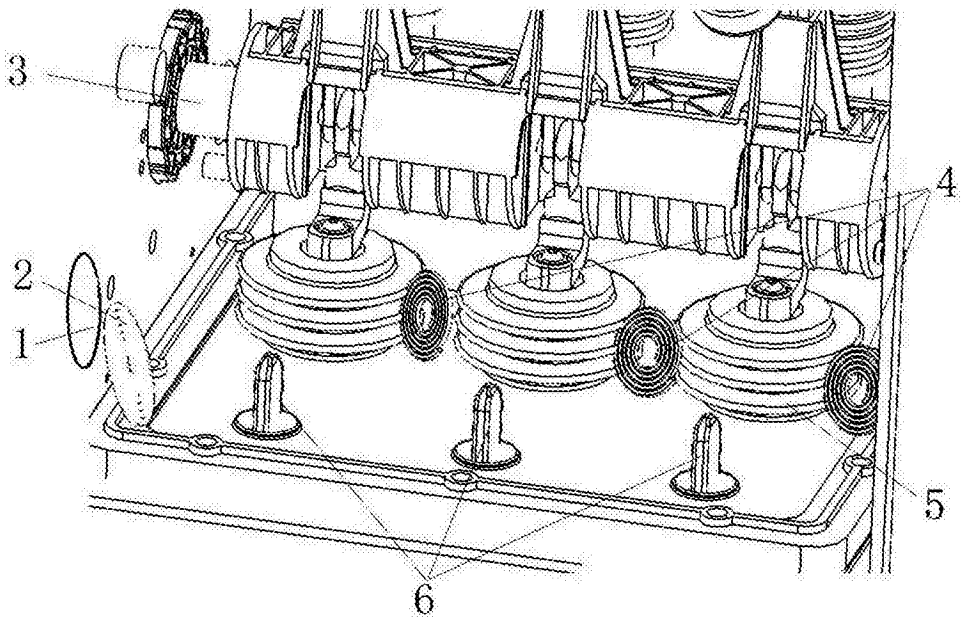


图1

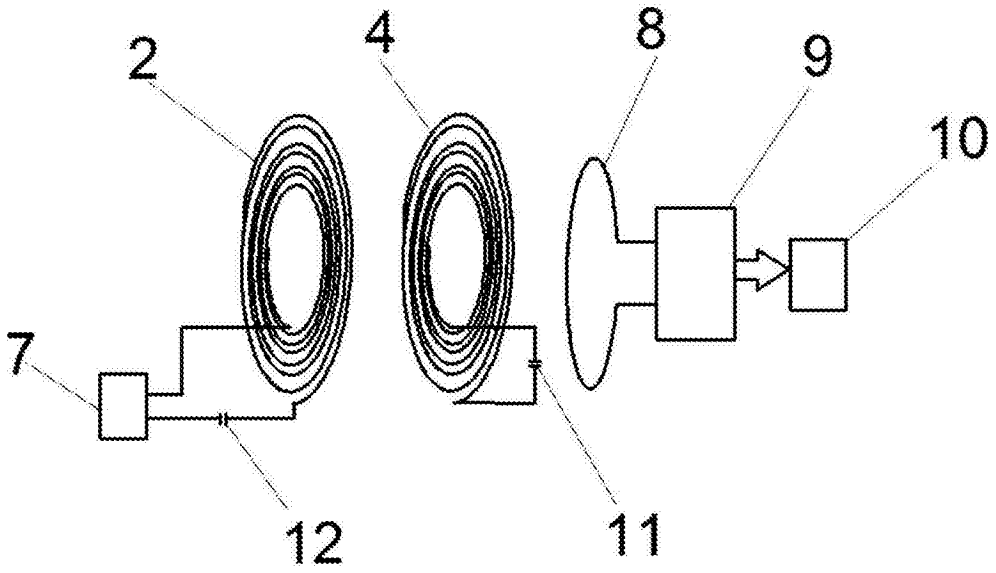


图2

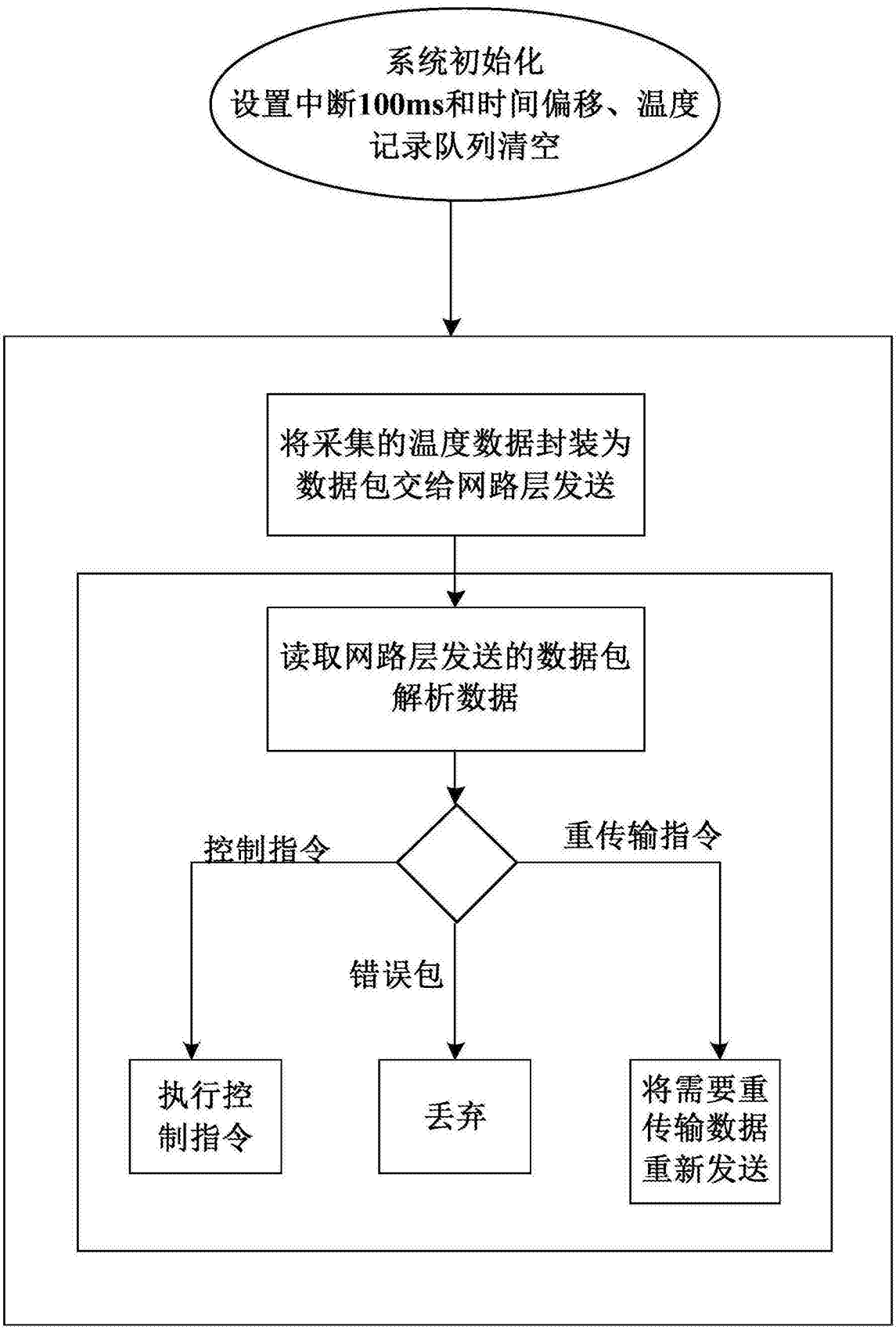

系统初始化
设置中断100ms和时间偏移、温度
记录队列清空
将采集的温度数据封装为
数据包交给网路层发送
读取网路层发送的数据包
解析数据
控制指令
重传输指令
错误包
执行控
制指令
丢弃
将需要重
传输数据
重新发送

图3

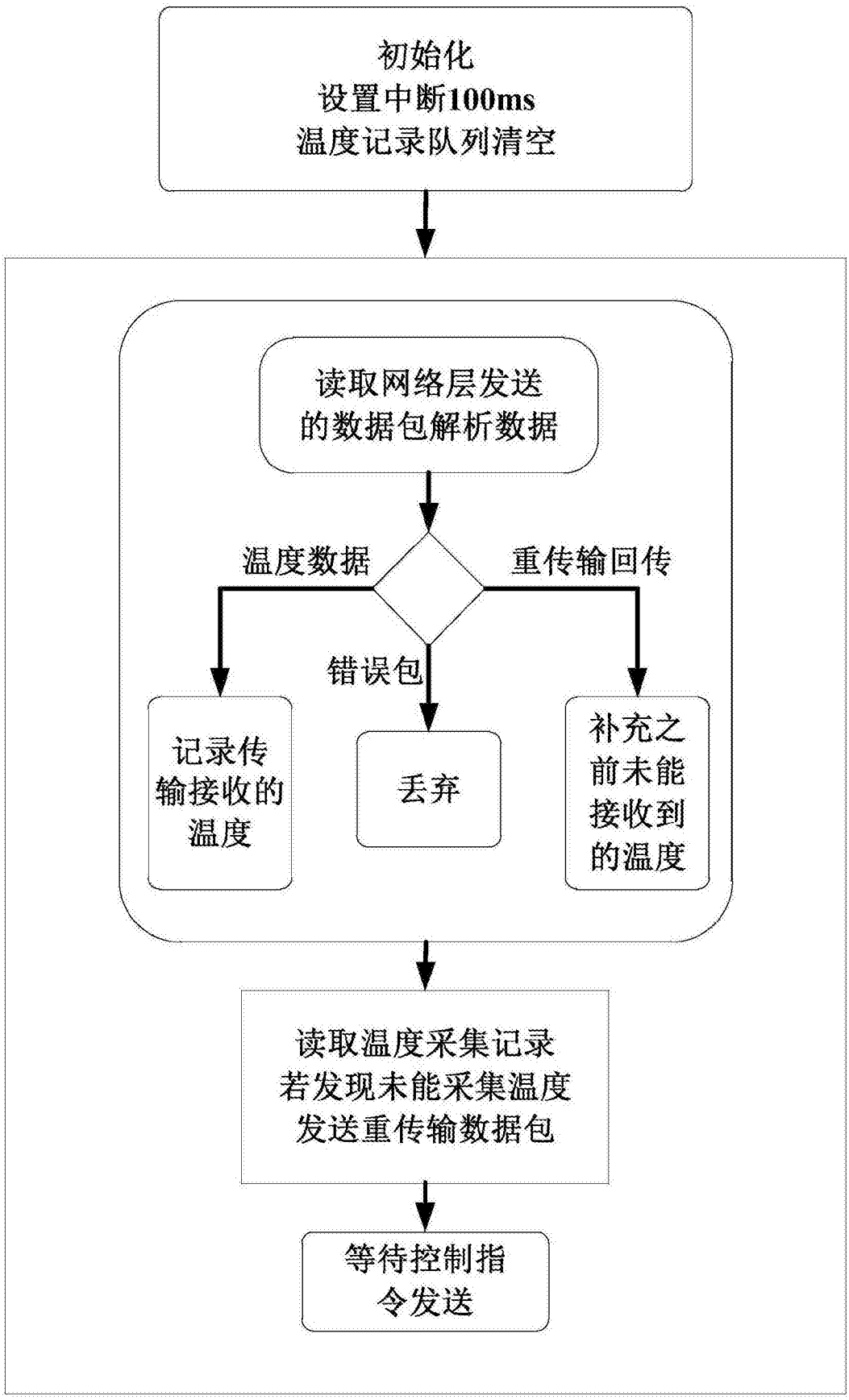

初始化
设置中断100ms
温度记录队列清空
读取网络层发送
的数据包解析数据
温度数据
重传输回传
错误包
记录传
输接收的
温度
丢弃
补充之
前未能
接收到
的温度
读取温度采集记录
若发现未能采集温度
发送重传输数据包
等待控制指
令发送

图4